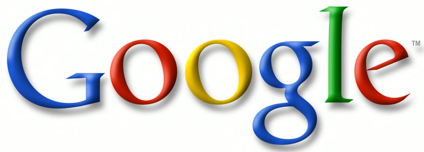
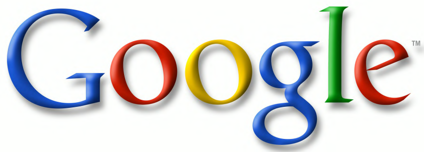
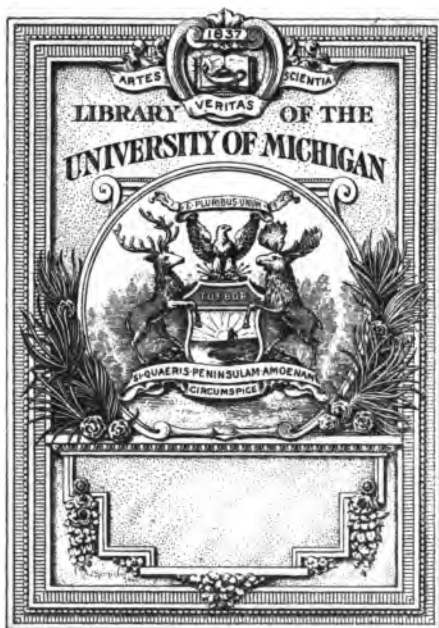





1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Jahrbuch
der
Erfindungen
und
Fortschritte auf den Gebieten
der
Physik und Chemie, der Technologie und Mechanik, der Astronomie und Meteorologie.

Herausgegeben von

Dr. H. Hirzel, Professor an der Universität Leipzig.

und

Dr. H. Gretschel, Professor an der Bergakademie Freiberg.

Neunter Jahrgang.





Mit 38 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig
Verlag von Quandt & Händel
1873.

Vorwort.

In gleicher Haltung wie die früheren Jahrgänge tritt auch dieser neunte Jahrgang des Jahrbuchs der Erfindungen vor die Oeffentlichkeit.

Auch diesmal ist es unser Bestreben gewesen, aus der Fülle neuer Entdeckungen, welche die rastlos arbeitenden Naturwissenschaften in der letzten Zeit zu Tage gefördert haben, das Wissenswürdigste und Bedeutsamste hervorzuheben und in allgemein verständlicher Form unseren Lesern vorzuführen. Daß wir dabei das eine oder das andere Gebiet specieller beachtet, ein anderes aber übergangen haben, das Uebergangene für einen späteren Jahrgang zurücklegend, um so Platz zu einer mehr zusammenhängenden Darstellung zu gewinnen, wollen wir für diejenigen Leserkreise in Erinnerung bringen, denen die früheren Jahrgänge des Jahrbuches unbekannt geblieben sind.

Unseren alten Lesern aber wünschen wir, daß auch dieser Jahrgang ihnen willkommen sein und daß dessen Durchlesung ihnen ebenso zur Freude und zur Erholung gereichen möge, wie uns die Bearbeitung desselben.

Leipzig und Freiberg, Ende September 1873.

Die Verfasser.

Berichtigungen und Zusätze.

S. 4. Die Planetoiden (120), (126) und (127) haben die Namen Lachesis Velleda und Johanna erhalten.

S. 5. Z. 3 v. u. lies Lassell statt Lassel.

S. 60. muß in der Figur die mit g bezeichnete Lampe in der Verlängerung von a stehen.

S. 191. Z. 4 v. o. lies Talleyrand statt Tayllerand.

S. 196. Der Guß des ersten internationalen Meterstabes wurde am 6. Mai 1873 in Gegenwart des Präsidenten Thiers im Laboratorium von Deville vorgenommen. 9 Kilogr. Platin und 1 Kilogr. Iridium wurden im Knallgasgebläse geschmolzen, und als nach $^3/_4$ Stunden die Masse in völligem Flusse war, wurde sie in eine, wie der Schmelztiegel selbst aus einem Kalksteinblocke hergestellte Stangenform gegossen.

Inhaltsübersicht.

Astronomie.

Physik und Meteorologie.

Mechanik und mechanische Technologie.

Chemie und chemische Technologie

Jahrbuch der Erfindungen.



I.

Astronomie.

Die neu entdeckten Planeten des Jahres 1872.

Das verflossene Jahr 1872 ist ziemlich reich an planetarischen Entdeckungen gewesen, denn es sind nicht weniger als elf neue Planetoiden aufgefunden worden.

Der Planetoid (118), Peitho genannt, wurde am 16. März früh von R. Luther auf der Sternwarte Bilk bei Düsseldorf als ein Stern von gut 11. Größe entdeckt und nachher auch anderwärts, z. B. am 21. und 22. März von Tietjen in Berlin, am 22. von Pechüle in Hamburg, am 22. und 26. von Börgen in Leipzig beobachtet.

Den Planetoiden (119) entdeckte zuerst der amerikanische Astronom James C. Watson auf der Sternwarte Ann Arbor in der Nacht des 3. April als ein Sternchen 11. Größe; sechs Tage nachher, am Abende des 9. April, fand ihn dann auch Paul Henry auf der Pariser Sternwarte auf, ohne von Watson's Entdeckung Kunde zu haben. Später wurde er von Prosper Henry in Paris am 10., von Luther in Bilk am 12. und 13., von Börgen in Leipzig am 13. April u. A. beobachtet.

Der Planetoid (120) wurde am 10. April von Alph. Borrelly auf der Sternwarte Longchamp-Marseille als

Sternchen 11. bis 12. Größe aufgefunden. Gleich am nächsten Abende, 11. April, wurde er aber von dem Astronomen C. H. F. Peters auf dem Litchfield-Observatorium des Hamilton Collegs in Clinton, Ver. St., selbstständig entdeckt. Dieser Astronom konnte ihn auch am 16., 17., 19. weiter beobachten; später haben Beobachtungen dieses Planetoiden gemacht Pechüle in Hamburg am 30. April und 1. Mai, Weiß in Wien und Börgen in Leipzig am 2. Mai u. A.

Der Planetoid (121) wurde am 12. Mai von Watson in Ann Arbor entdeckt und am 13. weiter beobachtet. Er erschien als ein Sternchen 11. Größe. Spätere Beobachtungen sind von Asaph Hall am Marine-Observatorium in Washington am 31. Mai und 8. Juni, von Börgen in Leipzig am 8. Juni u. A. angestellt worden.

Die Entdeckung der drei nächsten Planetoiden verdanken wir den Astronom C. H. F. Peters in Clinton.

(122), Gerda, und (123), Brunhilde, wurden beide in der Nacht des 31. Juli entdeckt und dann von Peters noch weiter beobachtet am 1. bis 5., 7. und 8. August. Gerda war 11,5., Brunhilde etwas schwächer, vielleicht 12. Größe.

Den Planetoiden (124), Alceste entdeckte Peters in der Nacht vom 23. zum 24. August; am 17., 20., 21., 29. und 30. Sept., sowie am 1. October wurde er in Longchamp-Marseille von Stephan, am 21. Sept. von Tietjen in Berlin, am 7. und 9. October von Palisa in Pola u. A. beobachtet.

Der Planetoid (125) wurde in der Nacht vom 11. zum 12. Sept. auf der Pariser Sternwarte von Prosper Henry als ein Sternchen etwa 11,7. Größe entdeckt und daselbst in den folgenden Nächten von Ludinard, Tisserand, Paul und Prosper Henry weiter beobachtet.

Auch die beiden Planetoiden (126) und (127) wurden auf der Pariser Sternwarte entdeckt, und zwar beide in der Nacht von 5. zum 6. November, der erstere von Paul Henry der letztere von Prosper Henry. Trotz des ungünstigen Wetters gelang es Stephan und Coggia auf der Sternwarte Longchamp in der Nacht des 9. November mittels eines eben neu aufgestellten Aequatoriales von Eichens ein Paar Positionsbestimmungen dieser Planetoiden zu gewinnen.

Den Planetoiden (128) endlich endeckte James C. Watson in Ann Arbor am 25. November; später, am Abende des 4. December, fand ihn auch Alph. Borrelly in Longchamp selbstständig auf. Außerdem existiren Beobachtungen von Watson vom 26. Nov., von Borrelly von 5., 7., 11., 12., 15., 17., bis 19. Dec., von Tietjen in Berlin vom 24. u. 25. Dec. u. a.

Bei dieser Gelegenheit mag bemerkt werden, daß Watson dem am 6. August 1871 von ihm entdeckten Planetoiden den Namen Thyra beigelegt hat.

Die großen Planeten und ihre Monde.

Mars. Dieser Planet ist von Vogel und Lohse in Bothkamp fleißig beobachtet worden und das erste Heft der „Beobachtungen auf der Sternwarte Bothkamp"*) enhält 9 Abbildungen desselben aus dem Februar, März und April 1871. Was den Mars charakterisirte im Gegensatze zum Jupiter ist, der Umstand, daß das Licht am Rande nicht abnahm, sondern beträchtlich intensiver wurde. Die wahrnehmbaren dunkeln Flecken waren sehr veränderlich und hatten nur selten einigermaßen scharfe Conturen. Die Gegend des Nordpols war immer sehr hell; einen wunderbar schönen Anblick bot sie aber am 29. März, 8., 9. und 10. April, wo eine ungefähr 0″7 große rundliche Stelle ganz am Rande eine blendend helle Hervorragung bildete, eine Erscheinung, die sich wohl durch die Reflexion des Sonnenlichtes an größeren Eisflächen erklären läßt.

Bekanntlich dient die Wiederkehr gewisser dunkler Flecken auf der Marsscheibe zur Ermittelung der Rotationsdauer. Anfangs schien es aber bei den Bothkamper Beobachtungen, als wären die aufgezeichneten dunkeln Stellen wolkenartiger Natur und einer raschen Veränderlichkeit unterworfen, was auch übereinstimmte mit der Angabe Lassel's, der bei seinen Beobachtungen des Mars im Jahre 1862 gleichfalls über die Veränderlichkeit der Flecken und die Unmöglichkeit aus ihnen

*) Beobachtungen, angestellt auf der Sternwarte des Kammerherrn von Bülow zu Bothkamp. Herausg. von Dr. H. C. Vogel. Heft 1. Leipzig, W. Engelmann. 1872.

die Rotationsdauer zu bestimmen, Klage führt. Jedenfalls trugen Nebel oder Wolken in der Marsatmosphäre die Schuld dieses negativen Ergebnisses, da ja andererseits die Rotationsdauer des Planeten sowohl aus kleinen als aus großen Zeitabschnitten mit großer Uebereinstimmung berechnet worden ist. So hat z. B. der englische Astronom A. Proctor dieselbe ermittelt auf Grund von Beobachtungen Hooke's aus dem Jahre 1665 und solcher von Dawes aus dem Jahre 1864, also mit Zugrundelegung eines Zeitraumes von 198 Jahren. Schließlich gelang es auch in Bothkamp, einen in der Richtung Süd-Nord gelegenen dunkelen Streifen ausfindig zu machen, von dem constatirt werden konnte, daß er der Marsoberfläche selbst angehört, und aus 38 Rotationen ergab sich die Dauer einer Umdrehung des Planeten zu

88643,9 Sek. = 24 Std. 37 Min. 23,9 Sek.

Die gute Uebereinstimmung mit frühern Bestimmungen dient umgekehrt als Bürgschaft für die Genauigkeit der Zeichnungen aus denen dieses Resultat abgeleitet wurde.

Jupiter. Dieser Planet ist ebenfalls, und zwar seit November 1870, vielfach in Bothkamp Gegenstand der Beobachtung gewesen, deren Ergebnisse zum Theil in den „Beobachtungen 2c." (Heft 1) durch Schrift und Bild dargestellt worden sind. Beim Jupiter gerade sind solche Beobachtungen, durch möglichst getreue Zeichnungen fixirt, um so wichtiger, als die Oberfläche dieses größten Planeten unseres Sonnensystemes unaufhörlichen Veränderungen unterworfen ist. Deshalb hat auch schon vor einigen Jahren W. Huggins eine darauf gerichtete Aufforderung in den Monthly Notices der Astronom. Gesellsch. in London publicirt, die er mit Zeichnungen aus den Jahren 1858—60, mit einem 8zölligen Objectivglas bei 150—400facher Vergrößerung gewonnen, begleitete. Auch J. Birmingham in Millbrook, Tuam (Irland) hat 1871 in den Astron. Nachr. (Nr. 1843) eine Anzahl von Skizzen des Jupiter aus den Jahren 1869—71 publicirt.

Das Erste, was den Beobachtern in Bothkamp bei Betrachtung des in gelblichem Lichte glänzenden Planeten auffiel, war ein breiter, dunkler Streifen in der Gegend des Aequators von schwer zu bestimmender Farbe. Verschiedene Beobachter haben dieselbe als gelblich-roth, bräunlich-grau, röthlich, gelblich,

ockergelb, lohfarben, rothbraun und kupferroth bezeichnet. Jede von diesen Bezeichungen enthält etwas Wahres und in ihrer Gesammtheit und unter Voraussetzung eines nur schwachen, sehr zarten Tones vermögen sie eine richtige Vorstellung zu erwecken. Den Schilderungen früherer Beobachter nach zu urtheilen scheint früher nicht dieser Ton den Jupitersstreifen eigen gewesen zu sein, ebenso wie auch die Gegend des Aequators als die hellste Stelle der Planeten und nicht als dunkel beschrieben wird. Auf diesen Punkt hat schon John Browning in einer Abhandlung in den Monthly Notices, from Nov. 1869 to June 1870 (On a change in the color of the Equatorial Belt of Jupiter) aufmerksam gemacht.

Die Breite dieses Aequatorialstreifen zeigte sich variabel, im Mittel etwa 1/6 des Polardurchmessers. In der Regel befanden sich in diesem Streifen, und zwar an der Südgrenze, eine Reihe in einer Linie liegender weißer Flecken, an Form und Größe sehr verschieden und augenscheinlich von wolkenartigem Charakter. Die größten derselben hatten Längsausdehnungen von 2500 bis 3000 geogr. Meilen. Ihre Helligkeit war sehr wechselnd, bald strahlten sie ein blendend weißes Licht aus, bald waren sie kaum wahrnehmbar, meist erschienen sie am hellsten in der Mitte der Scheibe; war einmal eine seitliche Wolke heller als eine mehr in der Mitte befindliche, so „war man wohl zu der Annahme berechtigt, daß diese Wolken in verschiedenen Höhen schwebten und ihr Licht daher in der Atmosphäre des Planeten eine ungleiche Extinction erlitt."

Außer diesem Wolkenzuge anf der Südseite wurden in dem Aequatorialstreifen oft auch andere Wolken von geringerer Helligkeit in sehr wechselnder Menge beobachtet, oft so zahlreich, daß der ganze Streifen sich nur wenig von den hellen Theilen der Planetenscheibe abhob.

Die Begrenzung des Aequatorstreifens nach Norden und Süden war bisweilen scharf und dann dunkler als andere Theile des Kreises, zuweilen auch verschwommen. Uebrigens war er, wie auch die übrigen Streifen, am deutlichsten in der Mitte erkennbar und kaum bis an die Ränder der Planetenscheibe zu verfolgen; jedenfalls eine Folge der stark absorbirenden Atmosphäre des Planeten.

Auch ging die Linie, welche den Aequatorialstreifen hal-

birt, nicht genau durch den Mittelpunkt der Planetenscheibe, sondern war immer etwas nach Süden verschoben.

Nächst dem Aequatorstreifen war besonders ein auf der nördlichen Hemisphäre in 20 bis 24° jovigraph. Breite liegender dunkler Streifen bemerkenswerth, der sich von den übrigen Streifen durch seine größere Dunkelheit sowie durch seine Beständigkeit auszeichnete. Sein Colorit stimmte wesentlich mit dem des Aequatorialstreifens überein. Charakteristisch waren dunkle Flecken, die oft zu zwei oder drei in ihm bemerkt wurden.

Noch andere Streifen auf der nördlichen Hemisphäre waren stets von kurzer Dauer. Die Nordpolargegend des Planeten zeigte meist eine zart aschgraue Färbung, auch konnten zu Zeiten feine lichtere Wolken dort gesehen werden.

Die südliche Halbkugel war fortwährenden Umwälzungen unterworfen und es war nicht möglich all das feine Detail, was man beobachten konnte, in der Zeichnung wiederzugeben. Wiederholt wurden die interessantesten Phänomene, u. a. Schrägstellung von Streifen bis zu 20°, beobachtet. Die Gegend am Südpol zeigte ebenfalls eine aschgraue Färbung wie die am Nordpol.

Endlich sind noch die Resultate der spektroskopischen Beobachtungen zu erwähnen, welche in Bothkamp am Neptun und am Erdmonde angestellt wurden.

Spektrum des Neptun. Nach den Bothkamper Beobachtungen vom 6., 12. und 16. September 1871 erstreckt sich dasselbe von D bis G, Roth war nicht erkennbar. Wegen der Lichtschwäche war die Beobachtung schwierig, doch ließ sich die Uebereinstimmung mit dem Uranusspektrum ziemlich sicherstellen.

Das Spektrum des Mondes unserer Erde stimmt in allen Theilen vollkommen mit dem der Sonne überein. Es ist seiner Ausdehnung nach mit hellen Streifen durchzogen, welche von den heller leuchtenden Punkten des Mondes, z. B. dem stark glänzenden Aristarch, verursacht werden. In diesen Streifen treten die Spektrallinien besser hervor; andere Abweichungen aber bemerkt man nicht.

Im Spektrum des aschfarbenen Lichtes des Mondes konnte nur der Theil zwischen D und F gut gesehen werden; derselbe stimmte aber im Wesentlichen auch mit dem entsprechenden Theile des Sonnenspektrums überein.

Kometen.

Dem großen Reichthume an planetarischen Entdeckungen steht ein fast gänzlicher Mangel an Kometenbeobachtungen während des verflossenen Jahres gegenüber. Nur ein einziger Komet ist im Jahre 1872 beobachtet worden, dieser aber unter eigenthümlichen Verhältnissen. Es ist der Biela'sche Komet.

Wie bekannt wurde dieser Komet am 27. Februar 1826 zu Josephstadt in Böhmen durch den österreichischen Rittmeister Biela aufgefunden, welcher, durch Mohrstadt auf die mögliche Identität der Kometen von 1806 und 1772 und die wahrscheinliche Wiederkehr im Jahre 1826 aufmerksam gemacht, nach diesem Körper suchte. Unabhängig von Biela entdeckte ihn auch bald nachher, am 9. März Gambart. Die Berechnung der Bahn ergab eine Umlaufszeit von ungefähr $6^2/_3$ Jahren. Schon damals machte übrigens Olbers auf die große Annäherung der Bahn des Kometen an die Erdbahn aufmerksam und gab für die kleinsten Abstände dieser Bahnen folgende Zahlenwerthe:

im Jahre	1806	. . . 0,0086267	Erdbahnhalbmesser
„ „	1826	. . . 0,0060383	„
„ „	1832	. . . 0,0001950	„

Die nächste Erscheinung von 1832 bot Nichts merkwürdiges; im Jahre 1839 konnte der Komet wegen der eigenthümlichen Lage seiner Bahn nicht gesehen werden. Eine höchst merkwürdige Erscheinung wurde aber bei der nächsten Wiederkehr zum Perihel beobachtet. Nachdem nämlich der Komet am 28. November 1845 in Berlin als ein kleiner verwaschener Nebel mit einer hellen Verdichtung wahrgewonnen worden war, beobachtete Hind am 19. December eine Art Protuberanz auf der Nordseite und am 29. December wurde zuerst in Nordamerika durch Maury, im Januar 1846 dann auch in Europa mit Bestimmtheit erkannt, daß der Komet sich in zwei Theile getrennt hatte, welche selbstständig ihre Bahnen verfolgten. Bei der Wiederkehr des Kometen im Spätsommer und Herbste 1852 wurden wieder beide Theile beobachtet. Alle Bemühungen aber zur Auffindung des Kometen in den Jahren 1859 und 1866, in denen er der Rechnung zufolge wieder in seine Sonnennähe kommen mußte, blieben fruchtlos. Durch diesen Umstand kamen

D'Arrest und mehrere andere Astronomen auf den Gedanken daß vielleicht die kleinen Kometen sich allmälig ganz auflösen und ihre Massen im Weltraume zerstreut werden, eine Vermuthung welche auch schon früher Kepler ausgesprochen hat. (Vergl. Jahrg. II dieses Jahrb., S. 12).

Nachdem dann Schiaparelli u. A. den engen Zusammenhang nachgewiesen hatten, der zwischen einigen Kometen und Sternschnuppenschwärmen besteht*), hatten Weiß und D'Arrest es als wahrscheinlich hingestellt, daß auch der Sternschnuppenschwarm, der früher Anfang Decembers, jetzt gegen Ende des November zu beobachten ist, seine Entstehung einem Kometen verdankt, und zwar dem Biela'schen (dieses Jahrb. Jahrg. V, S. 19). Die Richtigkeit dieser Vermuthung ist nun in glänzender Weise bestätigt worden.

Obwohl nach den bisherigen Erfahrungen die Hoffnung, den Kometen wieder aufzufinden, nur eine sehr geringe sein konnte, so hatte doch Jacques Michez, Director der Sternwarte in Bologna, unter Berücksichtigung der planetarischen Störungen folgende Elemente berechnet:

Zeit des Perihels	T	=	1872 Oct. 6,4 mittl. Par. Zeit
Länge des Perihels	π	=	109° 45'4
„ „ aufst. Knotens . .	☊	=	245 50.3
Neigung der Bahn . . .	i	=	12 22.0
Excentricität	ε	=	0.74477
tägl. Bewegung	μ	=	530''06
halbe große Achse	a	=	3.5518 Erdbahnhalbm.

Aus diesen Elementen hatte dann Michez noch eine von Mitte August bis Mitte Octobers fortlaufende Ephemeride abgeleitet.

Indessen der Komet konnte um die Zeit seines Perihels nicht aufgefunden werden. Dafür zeigte sich ganz unerwartet

*) Bei dieser Gelegenheit mag daran erinnert werden, daß schon vor 35 Jahren Mohrstadt, der Verfasser von Hora II der Berliner akademischen Sternkarten dieselbe Vermuthung gehegt hat. Mädler schreibt darüber in No. 347 der Astron. Nachr. aus Berlin vom 22. Oct. 1837 Folgendes: „Bei meiner Anwesenheit in Prag sprach Dr. Mohrstadt u. a. auch über die Meteore vom 13. Nov. und stellte die Hypothese auf, daß es zerstreute Schweiftheile des Biela'schen Kometen, dessen Bahn die Erde am 13. Nov. ziemlich nahe steht, sein möchten."

am Abende des 27. Novembers ein äußerst glänzender Sternschnuppenfall, der nicht nur in den verschiedensten Theilen Europa's sondern auch außerhalb der Grenzen unseres Erdtheiles durch die seltene Pracht seiner Erscheinung allgemeine Aufmerksamkeit erregte.

Gleich bei Einbruch der Dunkelheit fiel die Häufigkeit der Sternschnuppenfälle auf, die sich mehr und mehr steigerte und zwischen 8 und 9 Uhr ihr Maximum erreichte, worauf sie dann abnahm bis gegen Mitternacht. Leider wurden an vielen Orten durch trübes Wetter die Beobachtungen gestört.

Was zunächst die Zahl der Sternschnuppen anlang, so wurden beispielsweise nach Galle's Bericht auf der Breslauer Sternwarte in der Zeit von 6 Uhr 20 bis 7 Uhr 50 Min. gegen 3000 Meteore, also durchschnittlich über 30 in der Minute gezählt, und gegen 7 1/4 Uhr fielen innerhalb 5 Min. etwa 500, also 100 in der Minute.

In Leipzig zählte Leppig in den Sternbildern Südl. Fisch, Walfisch, Delphin, Pegasus, Steinbock, Wassermann, Fische und Widder

zwischen	7	und	8	Uhr	in	der	Minute	20,2
„	8	„	9	„	„	„	„	21,7
„	9	„	10	„	„	„	„	16,5
„	10	„	11	„	„	„	„	8,6

Sternschnuppen bei theilweis bedecktem Himmel; gegen 11 wurde es ganz trübe.

In Münster wurden nach Heis von zwei Beobachtern, die aber nicht den ganzen Himmel überblickten, in Zeit von 53 Minuten 2200 Sternschnuppen gezählt, was stündlich 2500 geben würde. Das Maximum der Häufigkeit setzt Heis auf ungefähr 8 1/2 Uhr mittl. Pariser Zeit.

In Berlin zählte man nach Förster in einem Kreise von 35° Halbmesser um den Perseus

um	7 Uhr	30 Min. . . .	23	Sternschn.	in	der	Minute
„	7 „	50 „ . . .	23	„	„	„	„
„	8 „	10 „ . . .	26	„	„	„	„

und auf Grund der letzteren Beobachtung glaubt Förster, daß über dem Horizonte von Berlin über 5000 Sternschnuppen in der Stunde dem bloßen Auge sichtbar waren.

Mit diesem und andern deutschen Zählungen stimmen

auch ungefähr die Beobachtungen in Christiana überein. Dort beobachteten Mohn, Fearnley, Rubenson, Pihl u. A. von 8 Uhr 25 Min. bis 9 Uhr 30 Min. 660 Sternschnuppen; doch war der Himmel nicht sonderlich hell und nach 9 Uhr 3 Min. mußten die Beobachtungen wegen bedeckten Himmels ganz eingestellt werden.

Zahlreich sind auch die Berichte, die aus verschiedenen Gegenden Frankreichs und Großbritanniens vorliegen; mit besonderer Pracht aber scheint der Sternschnuppenfall in Italien sichtbar gewesen zu sein.

In Rom wurden nach Pater Secchi's Bericht in der Zeit von 7 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr nicht weniger als 13892 Meteore aufgezeichnet, aber eine große Menge konnte nicht gezählt werden. „Der ganze Himmel war in Feuer, es war buchstäblich ein Regen." Zur Zeit der größten Häufigkeit gegen 8½ Uhr wurden 93 Sternschnuppen in der Minute gezählt.

Denza berichtet, daß in Moncalieri bei Turin in der Zeit von Abends 6 Uhr bis eine halbe Stunde nach Mitternacht 33400 Meteore gezählt wurden, und aus Neapel schreibt de Gasparis, daß gegen 7 Uhr durchschnittlich wenigstens 2 Sternschnuppen in der Sekunde gezählt wurden. „Es war wirklich wunderbar zu sehen, wie vier oder fünf auf einmal an denselben Punkte des Himmels aufleuchteten und fast parallele Bahnen verfolgten."

In Matera beobachtete Vito-Cuzenio mit drei Gehilfen von 6 Uhr bis Mitternacht 38513 Meteore, und zu Mondovi verzeichnete Bruno in der Zeit von 6 Uhr 18 Min. bis 2 Uhr 15 Min. früh 30881 Stück.

Sehr glänzend war die Erscheinung auch in Athen, wo Julius Schmidt mit mehreren Gehilfen dieselbe beobachtete. Schmidt rechnet, daß während der ganzen Nacht mindestens 30000 Meteore über dem Horizonte von Athen sichtbar waren. Das Maximum der Häufigkeit setzt er auf 7 Uhr 19 Min. mittl. Pariser Zeit.

Auch über den allgemeinen Charakter der Erscheinung, die Größe der Sternschnuppen, ihre Farbe u. s. w. hat Schmidt interessante Mittheilungen veröffentlicht.

Während sich der Meteorfall des 13. Novembers 1866 (Jahrg. III dieses Jahrb., S. 4) auszeichnete durch den Glanz

der Meteore, durch das Auftreten von Hunderten von wirklichen Boliden, durch Schmalheit und Helle der Schweife, durch das Vorwiegen der grünen Farbe und besonders durch die große Schnelligkeit der scheinbaren Bewegung, waren bei dem Phänomen vom 27. November vor. Jahres die meisten Sternschnuppen sehr lichtschwach, 5. bis 6. Größe, die Schweife zwar sehr häufig, aber breit und rauchartig, so daß viele der größeren Meteore völlig den langgeschweiften Kometen glichen. Die grünliche Farbe zeigte sich vielleicht nur ein einziges Mal, sonst lagen alle Farben zwischen Weiß und Rothgelb; viele Tausende von Sternschnuppen waren orange oder gelbroth. Glänzende Feuerkugeln nahm Schmidt keine wahr, nur zwei bis drei hatten die Helle des Jupiters, fünf bis sechs die des Sirius, 250 bis 300 waren erster Größe, alle andern lichtschwach, doch fehlte nur selten der Schweif. Bemerkenswerth erschien die ausnahmslos langsame, sanft schwebende Bewegung der Meteore.

Diese Beobachtungen von Schmidt finden mehrfach ihre Bestätigung durch die Wahrnehmungen über welche Bruhns aus Leipzig berichtet. Diesen zufolge waren die meisten Sternschnuppen von der Helligkeit 2—3ter Größe, etwa der sechste Theil erster Größe, etwa der dritte Theil schwächer als dritte Größe. Die schwachen erschienen alle weiß, und ihre Bahnen nicht sehr lang, selten länger als 10 Grad; die Dauer ihrer Erscheinung war sehr kurz, selten länger als eine Sekunde. Von den Sternschnuppen erster Größe waren die meisten gelb, einige grün, ihre Bahnen 20—30 Grad lang, selten länger, die Dauer ihrer Sichtbarkeit betrug auch nur wenige Sekunden, die Sichtbarkeit einzelner Schweife stieg bis auf 15 Sekunden.

Schmidt macht noch besonders aufmerksam auf die mehrere Stunden lang constatirte Thatsache, daß namentlich der größte Theil der Meteore, die nicht weiter als 30 bis 40 Grad vom Radiationspunkte entfernt waren, krumme oder anomale Bahnen hatten. Bei etwa 1000 solcher Bahnen hatte er stets den Eindruck, daß außer der gewöhnlichen Bewegung noch eine markirte seitliche Drift stattfand, und er ist der Ansicht, daß diese von ihm schon vor langer Zeit in vereinzelten Fällen wahrgenommene Erscheinung eine Folge der Rotation der Erde ist.

In der Nähe der Stelle, von welcher die Sternschnuppen herkamen, bemerkte Schmidt nur selten ein lichtstarkes Meteor, dagegen waren diese in größerem Abstande zahlreicher vorhanden. Oft gewährte die Erscheinung im Südosten und Osten, dem Horizonte schon nahe, den Anblick eines steten Tropfenfalles, wenn 20 bis 40 Sternschnuppen 4—2ter Größe langsam mit zunehmendem Glanze, und zwar soviele zugleich in 10 bis 20 Sekunden, sich herabsenkten. Nach 8¾ Uhr wurden oftmals schmale Züge nicht blos von 3 bis 7, wie anfangs, sondern von 10 bis 20 Meteoren neben und hinter einander sichtbar, die in parallelen Bahnen fortgingen, nicht nur nahe dem Radiationspunkte, wo sie in fluthender und pulsirender Bewegung schaarenweise, oft nur als kleine Lichtlinien ausströmten, sondern auch in Entfernungen von 50 bis 60 Grad. Zweimal wurden Meteore 2ter Größe beobachtet, ganz dicht hinter welchen, zum Theil im Schweife, 7 oder 8 feine Sternschnuppen 5. oder 6ter Größe folgten.

Im Ganzen findet Schmidt die Vergleichung dieses Sternschnuppenfalles mit Regen oder Schnee übertrieben. Viel besser trifft seiner Meinung nach, namentlich für die Gegend um den Radiationspunkt der Vergleich mit dem Meeresleuchten, wenn dieses bei fast ruhiger See nur sparsam auftritt, und man die hellen Punkte, kurze Bahnen beschreibend mit geringer Bewegung aufleuchten und verschwinden sieht, bald 4 bis 5, bald 20 und mehr in mäßigen Abständen neben einander. Für den schwebenden Fall der helleren Meteore, näher dem Horizonte, dient der ruhige Fall des herbstlichen Baumlaubes als sehr bezeichnender Vergleich.

Der Radiationspunkt der Meteore vom 27. November wurde in übereinstimmender Weise beim Sterne γ der Andromeda gefunden. Es ist dies ein Punkt, den schon Brandes am 7. Dec. 1798, 1830 Raillard, 1838 Ed. Herrick und Flaugergues und später Heis bei den Sternschnuppen gegen Ende des November aufgefunden haben. In Leipzig ergab sich aus den Beobachtungen von Weineck, Engelmann und Bruhns die Rectascension dieses Punktes 23°0 und die Declination + 43°3. Aus diesen Angaben fand Bruhns unter Berücksichtigung der Stellung der Erde folgende parabolische Elemente des Sternschnuppenschwarmes

Länge des Perihels	π	= 108° 55′
„ „ aufst. Knotens	☊	= 245 55
Neigung der Bahn	i	= 15 11
Perihelbistanz	q	= 0.8541

Diese Elemente stimmen so gut mit den oben (S. 10) angegebenen des Biela'schen Kometen überein, daß die Annahme, die Erde sei am 27. November wenigstens durch die Nachzügler der Kometenmasse hindurchgegangen, gewiß gerechtfertigt erscheint. Es hat denn auch gleich nach den Beobachtungen über diesen Punkt nur Eine Stimme geherrscht unter den Astronomen.

Bruhns hat indessen auch umgekehrt aus Michez's Elementen den Radiationspunkt zu berechnen versucht. Nach diesen Elementen ist freilich die Entfernung des Kometen von der Sonne = 1,0033, während die Entfernung der Erde von der Sonne = 0,9862 ist, als Einheit die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne betrachtet. Nimmt man aber an, daß die Erde nicht durch das Centrum des Sternschnuppenschwarmes, sondern vom Centrum entfernt um die Größe 1,0033—0,9862=0,0171 durchgegangen ist, oder was dasselbe ist, nimmt man an der Stelle, wo die Erde durchgegangen, für den Sternschnuppenschwarm eine der Bahn des Biela'schen Kometen ganz ähnliche Ellipse an, deren große Achse aber nur 3,4915 ist, so erhält man mit π = 109°45′, ☊=245°55′, i = 12°22′ und ε = 0,7448 den Radiationspunkt

Rectasc. 23° 15′, Declin. + 42° 44′,

welcher ganz gut mit den Beobachtungen übereinstimmt.

Die Ansicht, daß die Sternschnuppen des 27. Novembers die Theilchen der Masse eines Kometen seien, sollte aber noch eine directere Bestätigung finden. Es kam nämlich der Astronom Klinkerfues in Göttingen auf den Gedanken, daß der Komet uns, nachdem wir ihn durchschnitten haben, bei dem Punkte des Himmels erscheinen müsse, der dem Radiationspunkte gerade entgegengesetzt ist. Hiernach hätten wir den Kometen beim Stern ϑ des Centauren, auf der südlichen Halbkugel, zu suchen gehabt. Es galt nun, eine Sternwarte, auf welcher diese Partie des südlichen Himmels sichtbar ist, auf diesen Umstand aufmerksam zu machen. Zu dem Zwecke telegraphirte Klinkerfues am 30. November nach Madras und schon in der

Nacht vom 2. zum 3. December gelang es dem dortigen Astronomen N. R. Pogson, den Kometen an der bezeichneten Stelle aufzufinden. Es war das erste Mal, daß ein Komet entdeckt wurde unter Zugrundelegung des Radiationspunktes von Sternschnuppen.

Pogson selbst hat in einem an Airy gerichteten Briefe von 5. Dec.*) Bericht über diese Entdeckung gegeben: „Ein merkwürdiges Telegramm vom Prof. Klinkerfues in der Nacht vom 30. Nov. lautete: Biela berührte Erde am 27ten, suchen Sie bei Theta Centauri. Ich war nun auf der Suche von Kometen- bis Sonnenaufgang an den beiden nächsten Morgen, aber Wolken und Regen vereitelten meine Mühe. Beim dritten Versuche aber hatte ich mehr Glück. Grade um 17¼ Uhr (5¼ Uhr früh) mittl. Zeit ermöglichte ein kurzdauernder Fleck blauen Himmels den Biela'schen Kometen zu finden, und obgleich ich nur 4 Vergleichungen mit einem anonymen Stern anstellen konnte, so hatte er sich doch in 4 Minuten um 2,5 Sek. fortbewegt, was den Beweis lieferte, daß ich das richtige Objekt gefunden . . ." Damals sah Pogson den Kometen „kreisförmig, hell, mit deutlichem Kern, aber ohne Schweif, von ungefähr 45" Durchmesser". Am nächsten Morgen (3. Dec.) gelangen die Beobachtungen besser, der Durchmesser war 75", ein schwacher aber deutlicher Schweif von 8' Länge war sichtbar. Am nächsten Morgen hatte sich der Regen wieder eingestellt. Später konnte der Komet des eingetretenen Mondscheins wegen nicht weiter beobachtet werden.

Zöllner hat übrigens darauf aufmerksam gemacht,**) daß man den Zusammenhang zwischen Sternschnuppenschwärmen und Kometen, der namentlich aus der Gleichheit der Bahnen erkannt wird, nicht so aufzufassen habe, als sei der Komet eine ferne Wolke kleiner Körper, die, wenn sie in unsere Atmosphäre kommen, als Sternschnuppen sichtbar werden. Denn die kleinen festen Körper haben kein eigenes Licht und werden erst leuchtend, wenn sie, mit kosmischer Geschwindigkeit durch die Atmosphäre gehend, die Luft vor sich her comprimiren und dadurch glühend

---

*) Nature, 1873 Jan. 2 p. 163.

**) Ber. über die Verh. der k. sächs. Ges. d. Wissensch. Math.-phys. Classe. 1872. Decbr.

werden. Die Kometen dagegen haben, wie uns die spektroskopischen Untersuchungen gelehrt haben eigenes Licht, und ihre Erscheinung ist auf Rechnung nicht fester, sondern flüssiger und gasförmiger Massen zu setzen. Die festen Massen werden längs der Bahn des Kometen ausgestreut und können von uns als Sternschnuppenschwarm wahrgenommen werden; diese zerstreuten Massen aber können nicht den Schweif des Kometen bilden, der gar nicht in der Bahn desselben liegt. Zöllner zeigt auch, daß Schiaparelli keineswegs eine Identität zwischen Sternschnuppenschwärmen und Kometen in dem oben angegebenen Sinne angenommen hat und führt dafür mehrere Stellen aus dem Werke des italienischen Astronomen*) an.

Meteoriten.

Der Meteorsteinfall von Lancé. Am Nachmittage des 23. Juli 1872 wurde um 5 Uhr 25 Min. (mittl. Zeit von Tours) an verschiedenen Punkten des Departements Indre und Loire und auch außerhalb der Grenzen desselben, selbst im Departement von Vienne, bei hellem Sonnenschein und ruhiger Luft ein heftiger Donner gehört. Ein Zeuge, de Tastes, der sich an dem die Loire mit dem Cher verbindenden Canale befand, giebt an, daß die Detonation dem Schuße eines groben Geschützes aus einer Entfernung von etwa 3 Kilometer glich, worauf ein 30 bis 40 Sekunden anhaltendes Knattern, wie Musketenfeuer folgte. In Tours dachte man an die Explosion einer Pulvermühle oder einer Locomotive.

Am heftigsten war die Explosion gegen die Nordostgrenze des Departements, und in den Gemeinden Monthodon, Neuville, Château Renaut, Beaumont la Ronce und Dammarie hatte der Boden gezittert. Man sprach auch von einer kleinen Rauchwolke, die zur Zeit der Explosion in der Richtung nach Saint Amand im Dep. Loir nnd Cher gesehen worden. Trotz des hellen Sonnenscheins wurde auch von mehreren Beobachtern ein Feuermeteor gesehen.

Ein Landmann Namens Mestayer, der sich auf freiem

*) V. Schiaparelli, Entwurf einer astron. Theorie der Sternschnuppen. Uebers. von G. von Boguslawski. Stettin 1871.

Felde zwischen Champigny und Brisay befand, wurde durch eine plötzliche Vermehrung der Helligkeit aufmerksam gemacht, und als er aufblickte, sah er „eine feurige Lanze mit ungeheurer Geschwindigkeit von Südwest nach Nordost hinfliegen ... Auf der Seite der Spitze der Lanze schien sich das Meteor in zwei Kugeln zu theilen, von denen die eine sich senkte, die andere aufwärts ging .... die Farbe war roth-orange, etwas glänzender im Momente der Trennung ..." Erst nachher — nach seiner Angabe 6 Minuten später — vernahm der Zeuge einen trockenen Schlag in der Richtung nach Tours hin.

Die Trennung des Meteoriten in zwei Theile wird auch von andern Beobachtern bestätigt, namentlich von Fusciller, dem Chef einer großen metallurgischen Werkstatt in Tours, und von Benoist in Thilouze.

Als de Tastes, welcher alle diese Einzelheiten mittheilt,*) am 27. Juli in den nordöstlichen Theil des Departements Cher und Loir kam, erfuhr er, daß auf einem nahe an der Grenze der Communen Lancé und St. Amand gelegenen Felde ein ziemlich großer Meteorstein niedergefallen sei. Derselbe war durch die obere lockere Erde hindurch bis auf einen darunter lagernden Kalkmergel, $1\frac{1}{2}$ Meter tief in den Boden eingedrungen. Beim Ausgraben fand man ihn in drei Stücke zersprungen, deren Gesammtgewicht 47 Kilogr. betrug.

Als kurz nachher Daubrée die Gegend besuchte, erfuhr er daß man ungefähr 12 Kilometer vom ersten Fundorte in südwestlicher Richtung entfernt, an dem Wege nach Château Renaut, 2 Kilometer etwa vom Thurme des Dorfes Authon entfernt, einen zweiten Meteorstein gefunden habe. Derselbe wog nur $\frac{1}{4}$ Kilogr. und war bloß $\frac{1}{2}$ Meter in den Boden gedrungen. Den Beobachtungen der Flugbahn und der Lage des Ortes nach mußte dieser Stein zuerst gefallen sein.

Daubrée hat später**) noch nähere Angaben über die Beschaffenheit dieser beiden in ihrem mineralogischen Charakter ganz übereinstimmenden Steine gemacht. Die chemische Analyse des größeren gab

---

*) Comptes rendus, 1872 juillet 29. S. 273.
**) Comptes rendus, 1872 août 19. S. 465.

metall. Eisen mit Nickel und Kobalt			7,81
Eisen u. andere Metalle mit Schwefel verb.		9,09	
Schwefel		5,19	14,28
Angreifbare Silicate oder Peridot	Kieselsäure	17,20.	
	Magnesia	13,86	
	Eisenoxydul	11,33	
	Manganoxydul	0,05	42,41
Nicht angreifbare Bestandtheile			33,44
Chlornatrium			0,12
Hygroskopisches Wasser			1,24
			99,31

Das Chlornatrium, welches sich vorfand, kann nicht etwa aus dem Boden stammen und durch Infiltration in den Stein gelangt sein; denn dann müßten sich auch die im Boden enthaltenen löslichen Kalksalze gefunden haben, und außerdem war der Boden, in welchen der Stein einschlug, ganz trocken. Er ist auch früher schon mehrmals Chlornatrium in Meteoriten gefunden worden.

Kohle ließ sich nicht nachweisen.

Uebrigens ist der Stein mit einer matten Kruste bedeckt, die Daubrée für ein Resulat der oberflächlichen Schmelzung in unserer Atmosphäre hält. An den abgerundeten Stellen ist diese Kruste verhältnißmäßig glatt, an den ebenen dagegen runzlig und gefurcht. Daubrée erklärt dies durch die Reibung der Luft.

Der Bruch ist, abweichend von der Mehrzahl der Meteoriten, tief dunkelgrau, fast schwarz gefärbt, ähnlich manchen Basalten. Man erkennt eine körnige Structur mit kleinen Sphäroiden von nicht mehr als ein Millimeter Durchmesser. Auf dem dunkeln Grunde gewahrt man eine Menge meist farbloser hyaliner Körnchen, sowie hier und da metallglänzende Theilchen von gelber Farbe. Auf der Schlifffläche erkennt man auch eisengraue Metallkörner von selten über 1/2 Millimeter Durchmesser; beim Zerreiben der Masse platten sich diese Körnchen zu kleinen Lamellen ab. Unter dem Mikroskop betrachtet erscheinen die hyalinen Körner vielfach gespalten; auch zeigen sie eine starke Wirkung auf das polarisirte Licht.

Die Dichtigkeit der ganzen Masse wurde = 3,80 gefunden.

2*

Dem bloßen Aussehen nach erinnert der Stein an den am 11. Juli 1868 bei Ornans gefallenen, aber er unterscheidet sich von ihm namentlich durch den Mangel freien Eisenoxyds. Auch von anderen dunkeln Meteoriten, wie dem von Rutlam in Ostindien oder von Tadjera bei Sétif (8. Juni 1867) in Algerien, ist er verschieden.

Meteorsteinfall von Affile. Einem von Pater Secchi der Pariser Akademie erstatteten Berichte*) zufolge wurde am 31. Aug. morgens gegen 5 Uhr in der Nähe von Rom und in einer Anzahl zum Theil ziemlich entfernter italienischer Orte ein überaus glänzendes Meteor gesehen, das einen leuchtenden Schweif hinter sich ließ und unter heftiger Detonnation zersprang. Den von Secchi gesammelten Nachrichten zufolge trat das Meteor bei Porto d'Anzio (30° 13′ Länge, 41° 27′ Breite) in die italienische Küste ein, ging nahezu durch das Zenith von Zagarolo (30° 30° L., 41° 50′ Br.) und wandte sich dann nach den Gebirgen von Tivoli und den Sabiner Bergen. In Affile, in der Nähe von Subiaco (30° 46′ L., 41° 53′ Br.), wo die Lichterscheinung und die Detonnation sehr intensiv waren, hat ein Hirt einige Augenblicke nach der Detonation ein Bruchstück gefunden, das einige Augenblicke vorher mit großer Gewalt in seiner Nähe niedergefallen war. Das Stück wurde vom Ingenieur Alvarez und Professor de Rossi als Aërolith erkannt, der fast ganz aus Eisen bestand und die bekannte schwarze Kruste hatte. Auch wurde erzählt, daß bei Orvinio (früher Canemorto, 30° 36′ L. und 42° 8′ Br.) mehrere schwarze Steine gefallen seien.

Meteorsteinfälle auf Java vom 19. September 1869 und vom 10. December 1871. Der erste dieser hier nachträglich zu erwähnenden Meteoritenfälle ereignete sich bei Tjabe im Bezirke Padangan. Eine Untersuchung des niedergefallenen Steines hat v. Baumhauer veröffentlicht.**)

Ferner fielen am 10. Decbr. 1871, Nachm. 1½ Uhr in der Nähe des Dorfes Bandong nach drei Detonnationen eine Anzahl Steine nieder, von denen sechs gesammelt wurden. Die drei größten wiegen 8 Kilogr., 2,24 und 0,68 Kilogr.,

*) Comptes rendus, 1872 septembre 16. S. 655.
**) Archives néerlandaises de Haarlem. tome VI (1871). —

das Gesammtgewicht der drei kleinen beträgt nur 150 Gramm. Der zweitgrößte dieser Steine, sowie auch ein Stück des am 19. Septbr. 1869 gefallenen befinden sich im Besitz des Muséum d'histoire naturelle in Paris, und es hat Daubrée*) Näheres darüber berichtet. Der Meteorit von Bandong gehört zu der verbreiteten Familie der Sporasideren, Section Oligosideren (vergl. Jahrb. IV., S. 18), hat ein spec. Gew. von 3,519, auf dem Bruche ein blaßgraues Aussehen, eine schwärzliche Kruste und enthält nach der Analyse des Dr. Blaanderen

Nickelhaltiges Eisen . . .	2,81	Proc.
Schwefeleisen	5,44	"
Chromeisen	4,41	"
Peridot	47,26	"
Augit	20,98	"
Feldspathiges Gestein . .	17,00	"
	97,90	

Die Meteoriten von Ovifak. Es mag hier noch mit kurzen Worten der Eisenmassen gedacht werden, welche Nordenskiöld auf seiner Grönländischen Reise im Jahre 1870 bei Ovifak, im südlichen Theile der Insel Disko entdeckt hat und denen sowohl Nordenskiöld**) selbst als auch Wöhler***) u. A. einen kosmischen Ursprung zuschreiben, während die Richtigkeit dieser Ansicht von anderer Seite in Zweifel gezogen wird. Mitten unter Granit- und Gneißblöcken wurden auf einer Fläche von nicht über 50 Quadretmeter 15 Blöcke Eisen gefunden, von denen der größte ein Gewicht von 20000 Kilogramm besitzt. Von diesen Massen wurden drei, im Gewicht von 20000, 8500 und 4300 Kilogr. nebst einer Anzahl kleinerer durch dänische Schiffe nach Kopenhagen gebracht; der große Meteorit von 20000 und der dritte von 4300 Kilogr. kamen nach Stockholm, der mittlere von 8500 Kilogr. blieb in Kopenhagen.

Die Untersuchung, welche Daubrée mit einem Bruchstück anstellte, ergab einen Eisengehalt von 71,09 Procent (40,94

*) Comptes rendus, 1872 décembre 16, S. 1676.

**) Der Reisebericht Nordenskiölds ist unter dem Titel Redogörelse för en expedition till Grönland ar 1870 erschienen.

***) Nachr. v. d. kgl. Ges. der Wissensch. zu Göttingen, 1872 Mai 11.

metallisches und 30,15 an Sauerstoff, Schwefel und Phosphor gebundenes), 2,65 Proc. Nickel und 0,91 Proc. Kobalt, ferner Kohlenstoff (3,00 Proc. frei und 1,64 gebunden), Schwefel, Arsen, Phosphor, Silicium, Stickstoff, Sauerstoff, Wasser, schwefelsauren Kalk, Chlorcalcium, Eisenchlorür, etwas Chrom und Kupfer. *)

Von weiteren Untersuchungen über Meteorsteine sind namentlich die Arbeiten von Paul Reinsch in Tübingen und Stanislas Meunier in Paris zu erwähnen, welche beide zu dem bemerkenswerthen Resultate führen, daß die Kruste welche die meisten Meteoriten bekleidet, nicht, wie man gewöhnlich annimmt, das Resultat einer oberflächlichen Schmelzung in der Atmosphäre sein kann.

Reinsch hat über seine am Krähenberger Meteoriten (s. dieses Jahrb. VI, S. 9 u. f.) angestellten mikroskopischen Untersuchungen in der mineralogischen Section der 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Leipzig Bericht erstattet. **)

Zunächst beschreibt er eine Methode zur Herstellung von Dünnschliffen aus einem Körper wie dieser Meteorit, dessen Bestandtheile zum Theil eine sehr geringe Cohäsion besitzen. Man bringt die Fragmente oder die durch Sägen erhaltenen Plättchen auf kurze Zeit in reines, durch Erhitzen flüssig gemachtes Wachs, läßt sie dann auf einer Glasplatte erkalten und schleift sie, auf ein Korktäfelchen aufgekittet mit der Hand auf einem unter Wasser liegenden Luxemburger Rasirmesserstein; am besten eignen sich die zur Hälfte bläulich, zur Hälfte grau gefärbten Steine. Nachdem die Plättchen aus dem Rohen geschliffen sind, werden sie auf ein ebenes Korkplättchen gelegt und auf einem hellen Rasirmessersteine fein geschliffen. Beim Rohschleifen bewegt man die Plättchen langsam in Form einer 8 über den Stein hin, beim Feinschleifen dagegegen in geradem Striche. Auch wendet man zum Feinschleifen eine consistentere Flüssigkeit, Olivenöl oder Glycerin, statt des Wassers an. Die Anwendung eines besonderen Schleifmittels, wie Schmirgel oder Kolkothar, ist

*) Vergl. Daubrée in den Comptes rendus 1872 juin 24, S. 1541 u. f.

**) Tageblatt der 45. Vers. deutscher Naturf. und Aerzte. S. 132. u. f.

bei Meteoriten von so großer Verschiedenartigkeit der Gemengtheile, wie der Krähenberger, nicht statthaft. Durch das beschriebene Verfahren hat Reinsch Plättchen mit parallelen Ebenen von 30—40 Quadrat-Millim. Fläche und 1/5 bis 1/8 Millim. Dicke, sowie von 95 Quadrat-Millim. und 1/3 Millim. Dicke hergestellt. Behufs ihrer Conservirung werden dieselben in eine chemisch indifferente Flüssigkeit, am besten reines, durch Kochen von Sauerstoff befreites Glycerin, eingelegt.

Als Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung dieser Plättchen hat nun Reinsch u. a. folgende gefunden.

Die dicke Kruste der hinteren, schwach convexen Seite des Meteoriten ist aus zwei verschiedenartigen, von einander gesonderten Schichten gebildet. Die äußere, stark poröse und blasige Schicht ist nach verschiedenen Richtungen von engeren und weiteren Hohlräumen durchzogen und enthält nur selten metallisches Eisen, Magnetkies und andere Mineralkörper. Die innere stark glänzende und mehr compakte Schicht ist von der grauen Grundmasse des Meteoriten scharf getrennt, reicht aber in manchen Fällen in unregelmäßigen Verlängerungen in dieselbe hinein; in dieser innern Kruste sind Einschlüsse von metallischem Eisen und Magnetkies nicht selten. In selteneren Fällen finden sich auch Körperchen und Plättchen von metallischem Eisen vor, welche beide Schichten durchsetzen und die, soweit sie in der äußern Schicht liegen, an der Oberfläche durch Oxydation schwach verändert sind.

Die Hauptmasse des Meteoriten besteht aus mehr oder minder sphärischen Körnchen einer heller bis dunkler grau gefärbten Materie (Magnesiasilicat), in welcher metallisches Eisen, Magnetkies und verschiedene Silicate, diese aber nicht in Krystallindividuen, eingelagert sind. Die größeren sphärischen Körper bestehen in der Mehrzahl mindestens aus zwei, gewöhnlich aus drei und mehr Mineralien. Selbst wenn sie in der Hauptmasse aus einem Mineral bestehen, zeigen sie mikroskopisch eingelagerte Magnetkiesmassen theils in isolirten Punkten, theils in gangartig ausgefüllten Spalten. Im Allgemeinen nähert sich übrigens die Form dieser Sphären um so mehr der regelmäßig geometrischen, je einfacher ihre Zusammensetzung ist. Je zusammengesetzter sie dagegen sind, desto mehr weichen sie von der Kugelgestalt ab; doch zeigen sich bei solchen Sphären

die einzelnen Bestandtheile nicht nach ihrem specifischen Gewichte gelagert, namentlich sind metallisches Eisen und Magnetkies, wo sie an der Bildung dieser Sphären theilnehmen, gewöhnlich in der Peripherie, selten im Centrum eingelagert.

Aus diesen Beobachtungen folgert Reinsch, daß der Meteorstein selbst nicht einmal kurze Zeit in einem sauerstoffhaltigen Medium sich in heller Glühhitze befunden haben kann; Magnetkies würde in Eisenoxydoxydul, und in Berührung mit metallischem Eisen in eine niedere Schwefelungsstufe des Eisens umgewandelt worden sein.

Ferner kann die Rinde nicht das Resultat der Schmelzung der Mineralien des Meteorsteines sein, da die zu dieser Schmelzung erforderliche Temperatur auf die mit metallischem Eisen in Berührung befindlichen Magnetkiesmassen hätte verändernd einwirken müssen.

Die unvollkommene Krystallisation der Mineralien des Meteoriten deutet darauf hin, daß der Uebergang aus dem früheren in den jetzigen Aggregatzustand plötzlich erfolgt ist. Dafür spricht auch die Abweichung der Sphären von der regelmäßigen Kugelform bei zusammengesetzter Structur; auch der Umstand, daß eine Sonderung der verschiedenen Materien nach ihren specifischen Gewichten nicht zu beobachten ist, weist darauf hin, daß der Uebergang in den starren Zustand plötzlich stattgefunden hat.

Meunier, der über seine Studien der Pariser Akademie mehrfach Bericht erstattet hat,*) beschäftigt sich vorzugsweise mit der schwarzen Kruste der grauen Meteoriten. Die Mehrheit der von ihm untersuchten Stücke rührt von dem Steinregen von Pultusk am 30. Januar 1868 her. „Zunächst", berichtet er, „habe ich eine kleine Menge der schwarzen Kruste von Pultusk abgelöst, um ihre qualitative Zusammensetzung zu ermitteln. Mehrere völlig übereinstimmende Versuche, obwohl sie sich auf Stücke von verschiedenem Aussehen bezogen, haben das Vorkommen von metallischen Körnern, von Olivin, Augit, und einem zersetzbaren schwarzen Farbstoff ergeben. Die Dichtigkeit ist völlig mit der des Kernes übereinstimmend (3,57). Kurz, diese Kruste zeigt ganz das Aussehen und die Zusammensetzung

*) Comptes rendus, 1872 août 19, octobre 14.

des Tadjerites oder des 1867 in der Gegend von Sètif in Algerien niedergefallenen metamorphosirten Steines. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigte sich die Rinde nicht glasig, sondern krystallinisch, in gleichem Maße wie die darunter liegende Masse und wie der Tadjerit. An einigen Stellen findet man verglas'te Fäden, die ungemein zart sind und ein Netz, selbst bisweilen eine continuirliche Schicht zu bilden streben; sie sind sicher geschmolzen, aber von außerordentlicher Dünne. Diese Fäden und diese äußere Schicht sind vollkommen farblos und amorph, ihre Entstehung scheint in Zusammenhang zu stehen mit einigen Körnchen Troilit oder Spuren feldspathartiger Mineralien."

Aus diesen Beobachtungen zieht dann Meunier den Schluß, daß die oft für die schwarze Kruste angewandten Bezeichnungen „Schmelzkruste" oder „Glasur" unzutreffend sind. „Auf den ersten Blick und an bestimmten Punkten hat die Rinde ein blasiges und schlackiges Aussehen, aber bei näherer Betrachtung erkennt man, daß sie nur runzlich ist, wie die Bruchfläche des grauen Theiles. Man glaubt hier oft Wülste zu sehen, die angeblich von Anhäufung der geschmolzenen Masse herrühren; aber diese vermeintlichen Wülste erweisen sich als zufällige Gestaltungen des Steines, denn wenn man ihn senkrecht zu den Wülsten durchbricht, so findet man, daß die Dicke der schwarzen Kruste nicht größer ist, als an andern Stellen; endlich beobachtet man an der Oberfläche der Kruste eine Splitterung, welche an eine Verschlackung erinnert, aber sie rührt, wenigstens in vielen Fällen von dem Abschrecken her, welches die heiße Oberfläche bei ihrem plötzlichen Berühren mit irdischen Körpern erfahren hat."

Auch synthetische Versuche zur künstlichen Nachahmung der schwarzen Kruste haben Meunier zu der Ueberzeugung geführt, daß dieselbe nicht das Resultat einer Schmelzung sein könne. Wenn man einen Splitter des grauen Meteoriten vorm Löthrohre erhitzt, so wird derselbe durch den oxydirenden Einfluß der Luft mehr oder weniger ockrig braun und schmilzt dann sehr schwer an den Rändern zu einem braunen Glase; es entsteht also nichts der Kruste Aehnliches. Behandelt man aber einen sehr kleinen Splitter in der Reductionsflamme, so entsteht anfangs die schwarze Färbung, dann eine Schmelzung zu einem fast farblosen Glase, das mit schwarzen Punkten gesprenkelt ist.

„Dieser Versuch zeigt die Phasen, welche die Oberfläche des Steines durchzumachen hat, wenn sie aus ihrem normalen Zustande in den der Glasur übergehen soll: erst die dunkle Färbung ..., dann Schmelzung ...."

Einen letzten Beweis für die Richtigkeit seiner Ansicht, daß die schwarze Kruste nicht das Resultat einer Schmelzung ist, findet Meunier in der künstlichen Metamorphose der grauen Meteoriten. Nimmt man ein mit Kruste versehenes Stückchen eines solchen Steines und setzt es in einem Schmelztigel bei Luftabschluß einige Minuten lang der Hitze eines Kokesfeuers aus, so zeigt sich nachher beim Zerbrechen der Probe, daß die ganze Masse die Beschaffenheit der Kruste angenommen hat. Von solcher Beschaffenheit ist bekanntlich der Sétifstein.

Als Gesammtergebniß seiner Untersuchungen glaubt Meunier den Satz hinstellen zu können, daß die schwarze Kruste dem Einflusse der Luft, die der Bolid durchschneidet, zuzuschreiben ist; die Luft wirkt einestheils mechanisch, indem sie dem Steine eine Politur giebt, anderntheils wird durch ihre Zusammendrückung Wärme entwickelt und dadurch zur Bildung der dunkeln Kruste Anlaß gegeben. Die geringe Dicke dieser Kruste schreibt Meunier auf Rechnung der äußerst niedrigen Temperatur, welche die aus dem Weltraum kommenden Boliden beim Eintritt in unsere Atmosphäre besitzen.

In seinen späteren Arbeiten hat dann Meunier noch an mehreren Beispielen zu zeigen versucht, das auch irdische Gesteinsmassen durch den langdauernden Einfluß der Luft ähnliche Krusten erhalten, wie die Meteoriten.

Die Sonne.

Intensität des Lichtes von Sonnenflecken. An mehreren größeren Sonnenflecken auf einer am 5. Mai 1872 gefertigten Sonnenphotographie hat Vogel*) das relative Helligkeitsverhältniß zwischen Fleck, Penumbra und dem nächstliegenden Theil der Sonnenoberfläche ermittelt und dafür die Werthe 0,067; 0,630 und 1 gefunden. Liais*) hat früher für

*) Ber. über die Verh. d. k. sächs. Ges. d. W. Math.-phys. Classe 1872, S. 140.

*) Mém. de Cherbourg XII (1866) p. 326.

Strahlen mittlerer Brechbarkeit das Helligkeitsverhältniß der Penumbra zu den nächstliegenden Theilen der Sonnenoberfläche zu 0,5, das der Kernflecken aber zu 0,01 ermittelt.

Spektrum der Sonnenflecken. Bei den Beobachtungen, welche Vogel und Lohse*) über die Spektra von Sonnenflecken anstellten, zeigten sich alle Linien im Spektrum des Fleckens breiter, helle Linien aber konnten nicht wahrgenommen werden. Die Verstärkung war übrigens nicht bei allen Linien gleich; manche erschienen im Spektrum des Fleckens zwei bis dreimal so breit, als im Sonnenspektrum, bei andern war die Verbreiterung kaum merkbar; im Allgemeinen sind beträchtlich verstärkte Linien im weniger brechbaren Theile des Spektrums am häufigsten anzutreffen. Bei einem größeren Sonnenfleck am 30. October 1871 waren die folgenden Linien am auffallendsten verstärkt. Die Zahlen bedeuten die Wellenlänge in Milliontel Millim., ein Stern bedeutet „stark verbreitert“, ein Doppelstern „sehr stark verbreitert“, außerdem sind die entsprechenden irdischen Elemente in den üblichen chemischen Zeichen angedeutet.

660,4	Fe	628,2	—	*606,4	Fe	571,7	—
653,1	—	628,0	—	*600,7	Fe	570,8	Fe
**651,5	—	627,6	—	599,0	—	570,5	Fe
647,9	—	624,0	—	594,8	Fe	570,1	Fe
646,2	Ca	623,9	—	589,5	Na	568,7	Na
645,4	—	623,7	—	588,9	Na	568,1	Na
644,9	Ca	623,6	—	587,4	—	566,4	—
643,0	Fe	619,1	—	585,6	Ca	566,1	Fe
641,1	Fe	617,2	Fe	579,7	Fe	565,8	Fe
640,7	Fe	616,8	Ca	579,0	Fe	518,3	Mg
634,6	—	**616,2	Ca	578,5	—	517,2	Mg
631,4	Fe	**616,1	Ca	576,2	Fe	516,7	Mg
629,4	—	614,4	—	575,6	—	495,7	Fe
629,3	—	*613,6	Fe	575,4	Fe	492,0	Fe
629,1	—	*612,1	Ca	573,0	Fe	491,8	Fe
629,0	—	*610,1	Ca	572,6	—		

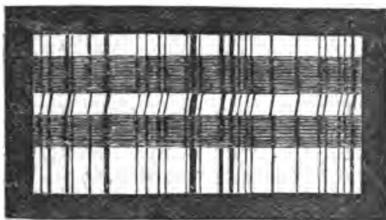
Eine interessante Wahrnehmung wurde am 6. Mai bei der spektroskopischen Untersuchung eines großen Sonnenflecks ge-

*) Beob. auf der Sternw. zu Bothkamp. Heft 1, S. 141 u. f.

macht, dessen Kern durch zwei Lichtbrücken gespalten war. Als der Spalt des Spektroskopes auf diese Lichtbrücken gestellt wurde, zeigte sich eine Verschiebung der Spektrallinien, und zwar waren längs der Kante des größeren Fleckens die Linien mehr nach dem Violett, an der Kante des kleinern Flecks dagegen mehr nach dem Roth gerückt. So weit die Untersuchung möglich war, nahmen alle Linien an dieser Verschiebung theil, die in der Nähe der F=Linie zu 0,05 Milliontel Millim. Wellenlänge geschätzt wurde. Daraus würde sich für das Emporsteigen der glühenden Gase am Rande des größeren Fleckes eine Geschwindigkeit von 4 bis 5 Meilen in der Sekunde ergeben.

In der beistehenden Figur 1 ist der Anblick des Spektrums in der Nähe der Linien b abgebildet. Die dunkeln, in der Längsrichtung laufenden Streifen rühren von den Kernflecken her, innerhalb derselben sind die Fraun=hofer'sche Linien verbreitert. Dagegen sind diese Linien da, wo sie die zwischen den dunkeln Streifen liegende Lichtbrücke durchsetzen zweimal gebrochen.

Fig. 1.



Protuberanz=Beobachtungen. Eine in Bothkamp am 5. März 1871, 1 Uhr 39 Min. Nachm. beobachtete Protu=beranz*) von 160 Sek. Höhe, gleich einem mächtigen Feuer, das von einem starken Winde angefacht wird. Am Fuße dieser Protuberanz zeigte das Spektrum 11 Linien; nämlich

	Wellenlänge Milliontel Millim.	Höhe	
C	656,2	10″	Wasserstoff
D_3	587,4	10	?
	531,7	6	Eisen
b_1	518,3	6	Magnesium
b_2	517,2	6	Magnesium

*) Bothkamper Beob. Heft 1, S. 35 u. f.

b_3	516,8	5	Nickel
b_4	516,7	4	Magnesium
	501,3	4	Eisen
	492,3	6	Eisen
F	486,1	8	Wasserstoff
	434,0	6	Wasserstoff

Um 2 Uhr 14 Min. betrug ihre Höhe nur noch 120 Sek. und sie hatte starke Veränderungen erlitten. Eine längere Zeit isolirt schwebende Wolke zeigte eine überaus starke rotatorische Bewegung. Die helle Wasserstofflinie $H\beta$ erschien stark gekrümmt und gleichsam um die dunkle Linie F des Sonnenspektrums geschlungen, wie dies die beistehende Figur 2 andeutet. Die Abweichungen zu beiden Seiten der F-Linie betrugen 0,23 Milliontel Millim. Wellenlänge, was einer Geschwindigkeit von etwa 20 Meilen in der Sekunde entspricht.

Fig. 2.



In den Bothk. Beob. sind 2 Darstellungen dieser Protuberanz, ferner die Abbildungen einer großen, springbrunnenartigen vom 6. März und die von ein Paar Protuberanzen vom 24. März 1871.

Vogel glaubt „daß die mannichfachen Gestaltungen der Protuberanzen ... sich in vier Kategorien unterbringen lassen. Außer den gewöhnlichen, mit schweren, am Horizonte lagernden Gewitterwolken vergleichbaren Protuberanzen sind baumartige, springbrunnenartige und flammenartige zu unterscheiden. Von diesen scheinen die wolkenartigen den geringsten, die springbrunnen- und flammenartigen dagegen den schnellsten Veränderungen unterworfen zu sein."

Die S. 51 u. f. des vorigen Jahrg. dieses Jahrb. erwähnte Neigung gegen den Pol wurde bei 8 von 13 beobachteten Protuberanzen bestimmt erkannt; eine zeigte die entgegengesetzte, eine gar keine Neigung.

Magnesium-Gebiete auf der Sonne. Tacchini in Palermo hat die Wahrnehmung gemacht, daß oft ungeheure Flächen auf der Sonne von Magnesiumdämpfen erfüllt sind und

daß also dieses Metall einen wesentlichen Bestandtheil derselben ausmacht. Zu dieser Entdeckung wurde Tacchini durch ein genaues Studium der Chromosphäre geführt. Die Oberfläche der letzteren erscheint bald nur wellig, bald mit mehr oder minder lebhaften Flammen bedeckt, welche deutliche Gruppen bilden. Da nun, wo diese Flammen auftreten, zeigt sich ein sehr complicirtes Spektrum, welches selbst 17 Linien enthält, unter denen die hellen Magnesiumlinien deutlich erkannt werden. Tacchini weist in seiner ersten Publikatian über diesen Gegenstand*) darauf hin, daß die weite Erstreckung dieser Magnesiumgebiete deutlich beweist, daß es sich hierbei nicht um vulkanische Eruptionen oder um heftige Strahlungen durch ein Widerstand leistendes Mittel hindurch handeln könne. Es entsteht vielmehr auf diesen weiten Gebieten eine verhältnißmäßig langsame Emission innerer Substanzen, die sehr häufig nicht im Stande ist, eigentliche Protuberanzen zu erzeugen, die ja im Allgemeinen ein einfacheres Spektrum zeigen. Dagegen haben die Beobachtungen ergeben, daß die Fackeln stets mit den Gegenden zusammenfallen, in denen ein so complicirtes Spektrum auftritt, und Tacchini sieht daher die Fackeln an als Folgen einer Lichtzunahme, erzeugt durch die Ankunft innerer hellerer Massen in der Chromosphäre, welche die Magnesiumgebiete bilden.

Mit Rücksicht auf diese Wahrnehmungen wird man annehmen müssen, daß die Intensität des Lichtes der Sonnenscheibe sehr schwanken muß; man darf die Sonnenatmosphäre nicht als gleichmäßig erleuchtet ansehen, sondern muß erwarten, daß wegen der verschiedenen Magnesiumgebiete mehr und weniger helle Zonen auftreten. Bei totalen Finsternissen, wenn die Sonnenatmosphäre als Corona sichtbar ist, wird letztere leuchtende Büschel zeigen müssen, wie man auch in der That beobachtet hat. Es handelt sich nur noch darum, durch Beobachtungen bei Finsternissen wirklich die Uebereinstimmung dieser Büschel mit den Magnesiumgebieten zu constatiren.

Im August und September 1871 fand Tacchini weit mehr Fackeln und Magnesiumgegenden auf der nördlichen als auf der südlichen Hemisphäre. Im Mai 1872 beobachtete er nur eine mäßige Anzahl von Protuberanzen, während sich sehr ausgedehnte

*) Archives des sciences phys. et. nat. 1872 févr.

Magnesiumgebiete vorfanden.*) Am 6. Mai fand sich Magnesium auf einem Bogen von 168°, nämlich von 50° bis 118° vom Nordpol ohne Unterbrechung; rechnet man dazu noch die vereinzelten Magnesiumgebiete, so kann man sagen, daß gegen 220° oder fast zwei Drittel des Umfangs der Sonnenscheibe mit Magnesiumdämpfen imprägnirt waren.

In einem Schreiben an Faye**) hat Tacchini noch die Beobachtungen, die er am 18. Juni gemacht, näher beschrieben. Während frühere Beobachtungen ein schwer erklärbares Vorwiegen der Magnesiumgebiete am Westrande der Sonne ergaben, zeigte sich am 18. Juni der ganze Rand der Sonne magnesiumhaltig, die Chromosphäre war ringsum von den Dämpfen dieses Metalles erfüllt. „Diesem allgemeinen Aufsieden entsprach eine Abwesenheit der Protuberanzen, die Tacchini sehr natürlich findet; hingegen waren die Flammen der Chromosphäre sehr ausgesprochen und sehr glänzend. Je deutlicher und heller diese Flammen waren, desto lebhafter und breiter erschienen auch die Magnesiumlinien im Spektrum. Die Uebereinstimmung der Fackeln mit den Magnesiumgebieten konnte an diesem Tage sehr deutlich, nicht bloß von Tachini, sondern auch von einigen andern Personen, constatirt werden.

Tacchini schließt aus seinen Beobachtungen, „daß man nicht locale Eruptionen sondern vielmehr vollständige Austreibungen annehmen muß, d. h. eine Mischung bestimmter Metalldämpfe mit der Chromosphäre, eine Mischung, die sich über die ganze Oberfläche der Sonne erstreckt . . ." Er macht noch die Bemerkung, daß nach der Meinung mehrerer Personen, das Licht der Sonne damals nicht das gewöhnliche Aussehen gehabt und daß er auch auf seinem Observatorium dieselbe Wahrnehmung gemacht zu haben glaube, ein Umstand, der auf Rechnung des Magnesiums zu setzen wäre.

Schließlich theilt Tachini noch die folgende Tabelle der Höhen der Chromosphäre am 18. Juni, von 6 zu 6° gemessen mit (die Grade geben die Entfernung vom Nordpol über West und Süd nach Ost gezählt, an):

*) Archives des sciences phys. et. nat. 1872 juin.
**) Comptes rendus, 1872 juillet 1, S. 23.

N 0° . . 15"	W 90° . . 14"	S 180° . . 12"	O 270° . . 12"
6 . . 13	96 . . 13	186 . . 10	276 . . 12
12 . . 13	102 . . 14	192 . . 10	282 . . 13
18 . . 13	108 . . 15	198 . . 10	288 . . 12
24 . . 17	114 . . 13	204 . . 13	294 . . 12
30 . . 22	120 . . 14	210 . . 11	300 . . 12
36 . . 11	126 . . 13	216 . . 14	306 . . 12
42 . . 16	132 . . 13	222 . . 13	312 . . 12
48 . . 13	138 . . 13	228 . . 13	318 . . 13
54 . . 13	144 . . 13	234 . . 13	324 . . 12
60 . . 11	150 . . 15	240 . . 13	330 . . 13
66 . . 12	156 . . 14	246 . . 13	336 . . 13
72 . . 13	162 . . 22	252 . . 13	342 . . 13
78 . . 14	168 . . 12	258 . . 13	348 . . 13
84 . . 14	174 . . 12	264 . . 13	354 . . 15
W 90 . . 14	S 180 . . 12	O 270 . . 12	360 . . 15

In diesen Zahlen spricht sich eine deutliche Depression am Südpole im Gegensatz zum Nordpol aus.

Absorption der chemisch wirksamen Strahlen in der Atmosphäre der Sonne. Die durch die Absorption der Sonnenatmosphäre bewirkte Abschwächung des Lichtes nach den Rändern der Sonnenscheibe hin, hat schon Bouguer zu messen gesucht und das Verhältniß der Helligkeit eines um 3/4 des Halbmessers von der Mitte abstehenden Punktes zu der Helligkeit im Mittelpunkte gleich $\frac{35}{48}$ gefunden. In neuerer Zeit haben Secchi und Liais weitere Beobachtungen über diesen Gegenstand angestellt, ersterer hat auch die Absorption, welche die Sonnenatmosphäre auf Wärmestrahlen ausübt, zu bestimmen versucht.

Vogel in Bothkamp hat nun diese Beobachtungen auch auf die chemisch wirksamen, stärker brechbaren Strahlen ausgedehnt. Er führte zu dem Zwecke Sonnenphotographien direct auf Chlorsilber-Papier aus und bestimmte dann die Schwärzung mittels eines Verfahrens, das dem von Bunsen und Roscoe in ihren „potochemischen Untersuchungen"*) befolgten im wesentlichen gleich war; die Intensität des Lichtes wurde dann mittelst des von denselben Forschern festgestellten Satzes ermittelt, daß innerhalb sehr weiter Grenzen gleiche Produkte aus Lichtintensität und Insolationsdauer gleichen Schwärzungen auf Chlorsilberpapier entsprechen. Aus den im März und Mai 1872

*) Poggend. Ann. Bd. 117, S. 529 u. f.

angestellten Beobachtungen hat nun Vogel folgende Mittelwerthe für die Intensität in verschiedenen Abständen von dem Mittelpunkte gefunden, wobei der Sonnenhalbmesser gleich 12 gesetzt ist*):

Abstand vom Centrum.	Intensität	Abstand vom Centrum	Intensität
0	100,0	7	84,5
1	100,0	8	77,0
2	99,4	9	66,0
3	98,2	10	51,0
4	96,4	11	33,0
5	93,7	12	13,5
6	89,8		

Diese Zahlen, verglichen mit den Resultaten, welche Liais, Secchi und Andere für die weniger brechbaren — optisch wirksamsten und Wärmestrahlen — gewonnen haben, zeigen, daß die Absorption für die chemischen Strahlen in der Sonnenatmosphäre eine beträchtlich stärkere ist.

Schwankungen des Sonnendurchmessers. Da die gasige oder flüssige Beschaffenheit der Sonnenoberfläche es wahrscheinlich macht, daß der Durchmesser dieses Himmelskörpers nicht ganz unveränderlich ist, so hat Pater Secchi durch den Pater Rosa auf der Sternwarte des Collegio Romano in Rom dahin gehende Beobachtungen anstellen lassen, über deren erste Ergebnisse er der Pariser Akademie in einem Briefe vom 27. Aug. vor. Jahres Mittheilung macht.**)

Die Beobachtungen von Rosa ließen in der That Schwankungen in der Größe des Sonnendurchmessers erkennen. Es zeigten sich sehr kleine Werthe im Juli, im Anfange des September und der Mitte des November 1871, sowie am Anfange des März und April 1872; in diesen Epochen des Minimums war der Durchmesser 32′ 1″ 5. Dagegen traten sehr anhaltende Maxima auf nach Mitte August, nach Mitte September, sowie während des ganzen October und December 1871, des-

*) Ber. über die Verh. der k. sächs. Gesellsch. der W., Math.-phys. Classe. 1872, S. 135.

**) Comptes rendus, 1872 septembre 9, S. 606.

gleichen im Beginn des Februar 1872; der Durchmesser in diesen Epochen betrug im Mittel 32′ 4″5.

Zur größeren Sicherstellung der Resultate forderte Secchi den Director des Observatoriums in Palermo, Cacciatore, zu gleichzeitigen Beobachtungen auf. Die Discussion der von diesem übersandten Beobachtungen ergab auch in der That die Existenz eines Minimnms in Palermo, welches dem in Rom beobachteten entsprach.

Secchi untersuchte nun, ob diese Schwankungen im Zusammenhang stünden mit dem Auftreten der Sonnenflecken und Protuberanzen, und dabei stellte sich denn heraus, daß die systematisch größeren Durchmesser den Epochen der kleineren Anzahl von Protuberanzen und Flecken entsprachen. Dieses Ergebniß ließ erwarten, daß bei der ungleichen Vertheilung der Flecken und Protuberanzen auch die Schwankungen des Durchmessers nicht in allen Richtungen gleich stark auftreten würden. In der That stellte sich heraus, daß das Minimum des Durchmessers in der Gegend der größten Activität stattfand, nämlich in 21 bis 23° heliocentrischer Breite.

Soweit die vorläufigen Ergebnisse, welche Secchi durch weitere Beobachtungten, von zwei von einander unabhängigen Beobachtern an verschiedenen Passageinstrumenten auszuführen, weiter sicherzustellen sucht.

Da zahlreiche Beispiele dafür vorliegen, daß Gasmassen in ungeheuren Mengen von der Sonnenfläche bis zu enormen Höhen aufsteigen, so kann man, unter der Annahme, daß dieses Aufsteigen eine Folge von Eruptionen ist, es mit Spoerer*) wohl für möglich halten, daß den Oberflächenschichten durch Entleerung innerer Räume die Gelegenheit geboten wäre herabzusinken, oder daß vor solchen Eruptionen ein blasenartiges Auftreiben der Oberflächenschichten stattfinde."

Auch hat Spoerer schon im Jahre 1868 bei Gelegenheit der Fleckenbeobachtungen mit genügender Sicherheit auffällige Schwankungen des Sonnendurchmessers bemerkt und darüber im März 1866 an Herm. J. Klein Bericht erstattet in einem Briefe, der in des letzteren Werke: „Das Sonnensystem nach

*) Astronom. Nachr. No. 1919.

dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft" (Braunschweig' 1869) S. 353 abgedruckt ist. Damals neigte auch Spoerer der Ansicht zu, daß wirkliche Veränderungen des Sonnenkörpers vorkommen. Indessen hat er dann erwogen, daß diese Beobachtungen auch möglicherweise in eigenthümlicher Anhäufung dichterer oder dünnerer Luftmassen innerhalb unserer Atmosphäre ihre Erklärung finden können. Ob diese etwas gezwungene Erklärung statthaft ist, „das würde durch Vergleichung gleichzeitiger Beobachtungen an weit entfernten Orten zu entscheiden sein, wie es eben Secchi begonnen hat."

Das Zodiakallicht.

Ueber die Ausdehnung des Zodiakallichtes sind von Bruno in Mondovi in heitern März- und Aprilnächten Beobachtungen ausgeführt worden*), die denselben zu der Erkenntniß geführt haben, „daß außer dem Kegel des Zodiakallichtes, der im Westen sichtbar ist, ein zweiter existirt der ihm in Osten entspricht. Dieser zweite Kegel, der in den ersten Stunden der Nacht weniger hell und von verschiedenem Lichte ist, nimmt im Fortschreiten der Nacht ganz das Aussehen des ersten an." Bruno glaubt deshalb, daß das Zodiakallicht einen continuirlichen, den ganzen oder fast den ganzen Himmel umfaßenden Bogen bildet. Rücksichtlich des Aussehens bemerkt er, daß Vorhandensein von Nebel dem Lichte ein besonders schönes Aussehen, eine milchartige Färbung verleiht, und daß auch atmosphärische Strömungen ihm noch einen besondern Schein geben.

Neuere spektroskopische Untersuchungen über diese Erscheinung hat Vogel veröffentlicht.**) Das Zodiakallicht war am 4. bis 6. März 1872 etwa zwei bis drei Stunden nach Sonnenuntergang sehr deutlich sichtbar und erstreckte sich in Richtung der Ekliptik bis zu einer Höhe von 30°, am 6. März sogar bis zur Höhe von 40° überm Horizonte. Auffallend war die sehr breite Basis des pyramidal zugespitzten Lichtscheines, welche auf 30 bis 35° geschätzt wurde; die südliche Begrenzung des Lichtkegels traf den Horizont fast genau im Westpunkte.

---

*) Rendiconti del Reale Ist. Lomb. Ser. II vol. V, Fasc. V III.
**) Astron. Nachr. No. 1893.

Mit dem Browning'schen Taschenspektroskop ließ sich ein schwacher, grünlicher Lichtstreifen erkennen, der nach der rothen Seite des Spektrums hin durch eine etwas hellere Linie begrenzt ward, deren Lage mit einem größeren Spektralapparate bestimmt wurde. Es ergab sich seine Wellenlänge von 5571 Zehnmill. Millimeter, also eine völlige Uebereinstimmung mit der Lage der hellen Nordlichtlinie; diese Uebereinstimmung wurde überdieß am 6. März noch direct constatirt, da gleichzeitig mit dem Zodiakallicht auch ein schwaches Nordlicht sichtbar war. In dem größeren Apparate konnte übrigens außer der hellen Linie noch ein schwaches continuirliches Spektrum wahrgenommen werden, welches nach der rothen Seite hin, kurz vor der hellen Linie scharf abgeschnitten war, so daß ein nicht bloß scheinbarer schmaler Zwischenraum gebildet wurde, während es nach dem blauen Ende hin allmälig verlief und bis in die Gegend der Fraunhofer'schen Linie E zu verfolgen war.

Die helle Linie war übrigens an den erwähnten Tagen an allen Theilen des Himmels sichtbar, der mit matten lichten Schleier überzogen war.

Diesen bestimmten positiven Beobachtungen gegenüber, welche die früheren Angaben von Angström und Respighi bestätigen, kann man den Zweifeln, welche Pringle*) erhoben hat, wohl kein bedeutendes Gewicht beilegen. Derselbe hat nämlich auf Lockyer's Aufforderung das Zodiakallicht längere Zeit hindurch mit einem Spektroskop mit fünf Prismen untersucht, will aber nur ein schwaches, diffuses Spektrum ohne Spur von Linien wahrgenommen haben.

Fixstern-Spektra.

Im ersten Hefte der Bothkamper Beobachtungen sind mit großer Genauigkeit die Spektren einiger Fixsterne auf Grund der in den ersten Monaten des Jahres 1871 vorgenommenen Beobachtungen beschrieben. Indem wir rücksichtlich der Einzelheiten, der bildlichen Darstellung, der Beschreibung der Beobachtungsinstrumente ꝛc. auf daß Original verweisen, mögen hier nur folgende Auszüge Platz finden.

*) Nature, No. 144.

Im Spektrum von *α* Orionis oder Beteigeuze fallen bei oberflächlicher Betrachtung zunächst sechs dunkle, nach dem Violett scharf abgegrenzte Bänder auf, von denen wieder die beiden mittelsten am stärksten hervortreten. Die Wellenlängen der scharfen Enden dieser Bänder sind 618, 589, 546, 517, 496 und 477 Milliontel Millimeter. Außerdem findet man aber noch eine große Zahl dunkler Linien im Spektrum, und es wurden im Ganzen von 87 derselben die Wellenlängen ermittelt. Einige Theile des Spektrums, die nur geringe Breite besitzen, erscheinen, wahrscheinlich aus Mangel an Linien, besonders hell. Die hellsten dieser Streifen haben die Wellenlänge von

584,6	536,8
580,8	515,7
545,2	495,4
543,0	476,8
538,9	462,7

Milliontel Millimeter.

Durch Vergleichung mit den Spektren irdischer Stoffe wurde mit großer Wahrscheinlichkeit nachgewiesen die Anwesenheit von Natrium (durch die Doppellinie 589,2), Calcium (besonders durch die Linien 585,8; 560,0; 526,8 und noch einige andere charakterisirt), Magnesium (sehr deutlich 518,3; 517,2; 516,6), Eisen (545,5; 540,4; 532,4; 526,8 u. a.) und Wismuth (520,8; 526,8 u. a.). Mit etwas geringerer Wahrscheinlichkeit ergiebt sich die Anwesenheit von Silber, Mangan und Thallium; auch von Zinn stimmt die hellste Linie sehr gut mit einer dunkeln Linie des Sternes überein, desgleichen auch eine schwächere Linie (579,9 u. 533,4). Zweifelhaft ist das Vorkommen von Wasserstoff, Cadmium, Antimon und Quecksilber.

Das Spektrum von *α* Herculis besteht ebenfalls aus sechs besonders starken, nach dem blauen Ende des Spektrums an Dunkelheit zunehmenden und dort scharf abgegrenzten Bändern. Die Zahl der Linien, die man bei genauerer Betrachtung erkennt, ist bedeutend geringer als bei Beteigeuze. Mit einiger Sicherheit ließ sich die Anwesenheit von Magnesium, Natrium und Eisen erkennen; wahrscheinlich sind auch Calcium und Zinn vorhanden.

Das Spektrum von ϱ Persei stimmt fast vollständig mit dem vorigen überein; doch erschwerte die Lichtschwäche des Sternes (5ter Größe) die Messungen.

Das Gleiche gilt von R Leonis minoris (Schjellerup, Kat. der rothen Sterne, Nr. 122); wegen Lichtschwäche des Sternes hat das Spektrum nur geringe Ausdehnung.

Ueberhaupt zeigen die vorstehend erwähnten Fixsterne eine große Uebereinstimmung in ihren Spektren; die in ihnen auftretenden dunkeln, nach dem Violett scharf begrenzten Bänder, liegen bei allen vier Sternen an derselben Stelle. Auch bei den Sternen α Scorpii und β Pegasi zeigte sich diese Uebereinstimmung der Lage der intensivsten Absorptionsstreifen.

Ganz abweichend von den vorigen ist dagegen

das Spektrum des Arktur (α Bootis). Hier treten eine Menge feiner, scharfer Linien auf, die eine genaue Messung zulassen. Das Spektrum kommt dem der Sonne am nächsten, unterscheidet sich aber von demselben durch einige Linien zwischen D und b, die im Sonnenspektrum fehlen, besonders aber durch den Mangel an Linien im Roth und Blau; nur mit Anstrengung gelang es, die Wasserstofflinien $H\alpha$ und $H\beta$ zu erkennen, $H\gamma$ konnte nicht gesehen werden, doch wurde in der Gegend von G ein dunkler Streifen bemerkt.

Die Vergleichung mit den Spektren irdischer Stoffe ließ sich hier viel genauer ausführen als bei α Orionis und es ergab sich als sicher die Anwesenheit von Wasserstoff (beobachtet wurde: 656,2 = $H\alpha$ und 486,0 = $H\beta$), Natrium (589,5 und 588,9), Calcium (649,6; 646,2; 559,1; 534,9; 526,8 u. a.), Magnesium (518,4; 517,5; 516,7) Eisen (560,3; 545,5; 532,8; 513,8 u. a.) und Chrom (525,5; 525,1; 523,7 u. a.); ferner sind warscheinlich vorhanden Baryum, Mangan und Silber, zweifelhaft bleibt die Anwesenheit von Wismuth.

Im Spektrum des Sirius (α Canis majoris) wurde die Lage folgender Linien genau gemessen:

Wellenlänge Milliontel Millim.	Bemerkungen	Irdische Stoffe
616,7	sehr breite dunkle Linie	Wasserstoff
589,2 D	feine Doppellinie	Natrium

518,3	}	schwache Linien, die letzte etwas stärker	Magnesium
517,3			
516,7			
485,9	F	sehr dunkle, starke Linie, an den Rändern verschwommen	Wasserstoff
434,2		breiter Streifen, in der Mitte am dunkelsten	Wasserstoff.

Zwischen D und F wurden noch eine Menge sehr feiner Liniensysteme erkannt; doch konnte ihre Lage nicht mit genügender Genauigkeit bestimmt werden.

Das Spektrum von Capella (α im Fuhrmann) scheint ganz mit dem der Sonne übereinzustimmen.

Regulus oder α im Löwen und die Sterne ξ und η desselben Sternbildes zeigten gleiche Spektren, welche blos zwei sehr starke, den Wasserstofflinien $H\beta$ und $H\gamma$ entsprechende Linien erkennen ließen.

Der Stern γ im Löwen scheint ein ähnliches Spektrum wie Arctur zu besitzen. Im Grün zeigten sich zarte Linien, von denen einige gemessen wurden; E und b wurden sicher erkannt, F war nicht mit Bestimmtheit zu sehen.

Im Spektrum der Spica (α der Jungfrau) wurden die Wasserstofflinien $H\beta$ und $H\gamma$ durch Messung nachgewiesen, die Natronlinien waren gleichfalls erkennbar.

Im Spektrum des Algol (β Persei) waren zwei Wasserstofflinien, $H\beta$ und $H\gamma$, erkennbar.

Attair oder α im Adler zeigte die drei Wasserstofflinien und zwar $H\alpha$ oder C schwach, $H\beta$ oder F breit und stark, $H\gamma$ sehr breit und recht dunkel; auch waren zwischen F und C feine Liniensysteme zu erkennen.

Im Spektrum der Wage (α der Leyer) waren außer den sehr stark auftretenden Wasserstofflinien noch die Natronlinien (D) und die Magnesiumlinien (b), aber außerordentlich zart, sichtbar.

Das Spektrum von β in der Leyer bietet einen eigenthümlichen Anblick. Statt der dunkeln erscheinen nämlich in dem continuirlichen Spektrum hell leuchtende Linien, von denen besonders drei auffallen, deren Wellenlängen 587,5; 485,9 und 434,0 Milliontel Millimeter betragen. Die erste dieser Linien fällt mit der bekannten Protuberanzlinie D_3 zusammen, die

beiden andern gehören dem Wasserstoff an (Hβ und Hγ). Außerdem wurden noch einige schwächere vermuthet, so eine zwischen D und C bei 602 Milliontel Millim. Wellenlänge und andere, die mit den Magnesiumlinien b zusammenfallen. „Die hellen Linien im Spektrum dieses Sternes scheinen also mit den Linien der Chromosphäre unserer Sonne übereinzustimmen.“

Die Milchstraße.

Im vergangenen Jahre hat Prof. Ed. Heis in Münster einen neuen Himmelsatlas veröffentlicht,*) der als Ergebniß mühevoller 27 jähriger Arbeiten eine Darstellung sämmtlicher im mittleren Europa mit bloßem Auge sichtbaren Fixsterne, bis herab zu 6.7 Größe giebt, im Ganzen 5421 (2153 mehr als Argelanders Uranometria nova), darunter 41 Veränderliche, 19 Sternhaufen und 7 Nebel. Ein besonderer Vorzug dieses Atlas ist noch die in ihm enthaltene genaue Darstellung des Verlaufes der Milchstraße durch die verschiedenen Sternbilder.

Man sollte glauben, daß die Milchstraße längst in allen Einzelheiten in die Karten eingetragen sei, dem ist aber nicht so, und viele von den zierlichen Umrissen, welche frühere Karten ihr geben, verdanken der Phantasie der Zeichner ihren Ursprung. Die Beobachtungen, welche Heis angestellt, haben gezeigt, daß auch Ptolemäus oder ein älterer Beobachter, dem er in seiner Beschreibung gefolgt ist, die Grenzen der Milchstraße viel zu enge gezogen hat. Ptolemäus sagt unter andern: „Der ganze Pfeil befindet sich in der Mitte der Milchstraße, der Stern an der Spitze desselben ist einen Grad entfernt von der östlichen Grenze.“ Heis dagegen sieht die Milchstraße über das ganze Sternbild des Delphins sich erstrecken und die östliche Grenze 9 bis 10 Grad von dem Sterne in der Spitze des Pfeiles (η Sagittae) entfernt. Ptolemäus sieht die nördliche Grenze der Milchstraße bis zu dem südlichen der drei Sterne in der Tiara des Cepheus

*) Heis, Atlas coelestis novus. Neuer Himmelsatlas. Darstellung der im mittleren Europa mit blossem Auge sichtbaren Sterne nach ihren wahren, unmittelbar vom Himmel entnommenen Grössen. 11 Karten nebst Text von XIII u. 181 S. Köln, DuMont-Schauberg'sche Buchhdlg. 1872.

(ε Cephei) und bis zu dem hellen Sterne in der Cassiopeja sich erstrecken, noch ungefähr 28° vcm jetzigen Nordpol entfernt; Heis aber erblickte fast das ganze Sternbild des Cepheus im Schimmer der Milchstraße, welche er bis zu 4½° Entfernung vom Pole verfolgen kann. Ptolemäus läßt die Milchstraße zwischen dem großen und kleinen Hund sich durchziehen; nach Heis dagegen überzieht ein schwacher milchiger Schimmer noch das ganze Sternbild des kleinen und einen bedeutenden Theil des großes Hundes. Auffallend ist auch, daß Ptolemäus bei Aufzählung der besonders hellen Stellen der Milchstraße die Gegend nördlich am Kopfe des Schützen unerwähnt läßt, da wo von den Neuern das Sternbild des Sobieski'schen Schildes hingesetzt ist, wo die Milchstraße ihren größten Glanz entwickelt.

Im Ganzen hat die Darstellung des Ptolemäus bis in die neueste Zeit als Grundlage für die Karten gedient, so fußen die Darstellungen der Uranometria von Bayer (1603), desgleichen die von Flamsteed in seinem Atlas coelestis, die Zeichnungen von Bode, Schwinck, der Atlas von Dieu, der von Proctor und viele andere Karten fast nur auf der Schilderung des Ptolemäus.

In unserem Jahrhunderte haben der ältere Herschel und Horner auf einige durch Helligkeit ausgezeichnete Stellen, jener im nördlichen, dieser im südlichen Theile aufmerksam gemacht. Bedeutendes Verdienst um die Kenntniß der ganzen Milchstraße hat sich aber der jüngere Herschel erworben, der auf seiner Capreise den südlichen Theil derselben beobachtet hat. Herschel kennt auch schon die oben erwähnte, von Ptolemäus nicht beachtete Ausdehnung der Milchstraße nach dem Nordpole hin. Dagegen giebt Herschel die Breite der Milchstraße viel kleiner an als Heis. Er hebt hervor, daß diese Breite sehr verschieden sei, daß es Gegenden gebe, wo sie kaum 5° überschreitet, andere, wo sie über 16° hinausgeht, daß namentlich die beiden Zweige zwischen Sagittarius und Antinous 22° Breite haben. Nach Heis dagegen ist in unseren Gegenden die mittlere Breite des sichtbaren Theiles der Milchstraße 35°, an einigen geht sie sogar bis 40°.

Heis hat nun seine Beobachtungen in der Weise angestellt, daß er sich bei recht klarem Himmel eine Strecke vor die Stadt ins freie Feld begab und denjenigen Theil des Himmels unter-

suchte, welcher der mit Gas erleuchteten Stadt gegenüberlag. Die Einzeichnung in eine Karte, die auch die kleinsten Sternchen enthielt, geschah beim Scheine des äußerst gedämpften Lichtes einer Laterne. Mit solchen Vorsichtsmaßregeln und unterstützt durch ein sehr scharfes und für derartige Beobachtungen geübtes Auge, war es ihm möglich, die Grenzen der Milchstraße viel weiter zu erfolgen, als dies früher geschehen, und auch die verschiedenen Helligkeitsgrade genauer zu beobachten und zu verzeichnen. Zur Bezeichnung für letztere hat er fünf Stufen gewählt.

Auf Grund seiner genauen Untersuchungen konnte Heis auch die Lage des Milchstraßengürtels am Himmelsgewölbe näher prüfen. Zu dem Zwecke trug er auf einer hölzernen Himmelskugel von $2\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser die von ihm beobachteten Grenzen der Milchstraße ein und fügte den südlichen Theil nach Sir John Herschels Beobachtungen bei. Dann wurde durch Halbirung der Breite an verschiedenen Stellen die Mittellinie der Milchstraße bestimmt. Heis gewann auf diese Weise die Ueberzeugung, daß die Milchstraße einem größten Kreise der Himmelskugel angehört, dessen nördlicher Pol 190° Rectascension und + 27° Declination hat (für 1855). Der jüngere Herschel hat 192° 25′ Rectasc. und + 27° 18′ Decl. für diesen Punkt angegeben.

Zöllners spektroskopisches Reversionsfernrohr.*)

Dieses neue Instrument dessen Beschreibung wir hier geben, ist eine verbesserte Form des früher von Zöllner construirten Reversionsspektroskopes (Jahrg. VI dieses Jahrb., S. 49), welches bereits mit Erfolg zur Beobachtung der Rotation der Sonne — mittels der Verschiebung der Spektrallinien — verwendet worden ist. Das Princip der Reversion der Spektra ist beibehalten, aber es ist keine Verschiebung der beiden Objectivhälften mehr nöthig, um die Verschiebung der Spektrallinien zu messen; sondern, da die relative Verschiebung der beiden Spektra durch ein Reversionsprisma mit totaler Reflexion bewirkt wird, so ist die relative Verschiebung beider Spektra an die Winkel-

*) Ber. über die Verh. der kgl. sächs. Ges. der Wissensch.; math.-phys. Classe. 1872, S. 129.

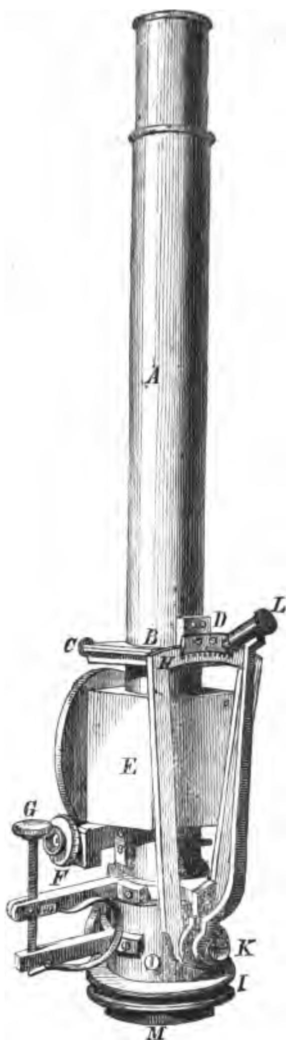
änderung der Reflexionsebene zur optischen Achse des Collimatörs geknüpft. Diese Winkeländerung kann auf doppelte Art erfolgen: durch eine mikrometrische Bewegung der Prismas allein und durch eine Bewegung des ganzen mit dem Prisma verbundenen Beobachtungsfernrohres. Es ist zweckmäßig, beide Bewegungen zu verwenden, die erstere mikrometrisch für Differentialbestimmungen, die letztere für Positionsbestimmungen aller Linien des Spektrums mittels Index und Gradbogen.

Das Reflexionsprisma kann sowohl am Objectiv als am Okular angebracht werden. Die Figur 3 zeigt ein spektroskopisches Fernrohr mit Reversions-Objectiv.

Das Fernrohr A enthält bei B die durch die Schraube C senkrecht zur Schnittfläche beweglichen Objectivhälften. Man ist durch diese Bewegung in den Stand gesetzt, beide Spektra beliebig übereinandergreifen oder scharf neben einander erscheinen zu lassen; eine mikrometrische Verschiebung parallel der Schnittfläche nach Art der Heliometer ist nicht möglich.

In dem Behälter E befindet sich das Reflexions-Prisma, welches vor der einen Objectivhälfte durch die Schraube F beweglich ist. Die Schraube G

Fig. 3.

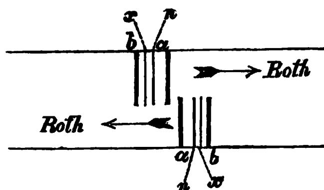


gestattet das ganze Fernrohr um die Achse K zu bewegen und bewirkt dadurch die relative Verschiebung der beiden Spektra. Die Größe dieser Winkelbewegung ist am Gradbogen H mittelst der Lupe L abzulesen.

Bei I treten die Strahlen aus dem Prismensysteme ins Fernrohr. Mittels des Schraubengewindes M kann das Instrument mit jedem Spektralapparate in Verbindung gesetzt werden; behufs Justirung der brechenden Kanten des zerstreuenden und reflectirenden Prismas (E) läßt es sich mittels des ringförmigen Ansatzes um seine Längsachse drehen.

Zöllner erwähnt dann a. a. O. weiter einige Messungen, die er mit einem Instrumente mit Reversions-Ocular vorgenommen hat. Die Größe der Zerstreuung und die Klarheit der Bilder ist so bedeutend, daß man zwischen den beiden Natronlinien im Sonnenspektrum außer der Nickellinie noch deutlich eine feinere, brechbarere Linie erblickt, und zwar bei höchstem Stande der Sonne. Die Figur 4. versinnlicht den Eindruck, welchen die beiden Natronlinien a und b in den beiden, theilweise übereinander greifenden Spektren machen; n ist die Nickellinie und x die eben erwähnte schwächere Linie.

Fig. 4.



Die Empfindlichkeit der Messungen mit diesem Apparate ist so groß, daß sich Zöllner bei der schnellen Vervollkommnung der spektroskopischen Instrumente zu der Hoffnung berechtigt hält, daß seine Bemühungen, die Rotation der Erde in ähnlicher Weise durch Verschiebung der Linien im Sonnenspektrum nachzuweisen, wie dies bereits in befriedigender Weise durch die Beobachtungen Vogels rücksichtlich der Rotation der Sonne geschehen ist (vergl. vor. Jahrg. dieses Jahrb., S. 71), in nicht allzuferner Zeit von Erfolg begleitet sein werden.

Internationale Astronomie.

Durch die großen unterseeischen Telegraphenlinien, welche

Europa mit allen andern Erdtheilen verbinden, ist die Astronomie in den Stand gesetzt, durch gegenseitige Mittheilung ein Zusammenwirken der Sternwarten an den entlegensten Punkten der Erde zu einem gemeinschaftlichen Zwecke zu erzielen. Einen glänzenden Erfolg dieser raschen Uebermittelung von Nachrichten an weit entfernte Sternwarten haben wir oben erwähnt. Der prächtige Sternschnuppenfall vom 27. Nov. vor. J., welcher vorzugsweise die nördliche Erdhalbkugel traf, erregte die Vermuthung, daß man von der südlichen Halbkugel aus die an der Erde vorbeigegangenen, nicht in der Erdatmosphäre zerstäubten Theile jenes Sternschnuppenschwarmes in Gestalt eines Kometen wahrnehmen könne, und zwar an einem Punkte, der dem Radiationspunkte der Sternschnuppen gerade entgegengesetzt liegen müsse. Wir haben gesehen, wie sich diese Vermuthung von Klinkerfues durch die Beobachtung eines Kometen in Madras bestätigt hat. Dieser nur kurze Zeit sichtbare Komet wäre ohne Zweifel gar nicht wahrgenommen worden ohne die von Klinkerfues an Pogson gerichtete Aufforderung.

Angesichts des an diesem Beispiele so auffallend constatirten Nutzens der Telegraphenverbindung für die Zwecke der Astronomie ist es nun erfreulich, daß den Astronomen dieses Hilfsmittel in großem Umfange kostenfrei zur Verfügung gestellt ist. Zunächst war es dem Prof. Henry, Sekretär der Smithsonian Institution in Washington, gelungen, die anglo-amerikanische Telegraphen-Gesellschaft und die Gesellschaft des amerikanischen Western-Union-Telegraph zur unentgeltlichen Beförderung astronomischer Depeschen zu bestimmen und den amerikanischen Astronomen die Mittheilung ihrer Entdeckungen durch Vermittelung der Smithsonian Institution kostenfrei zu ermöglichen. Neuerdings ist nun auch der Berliner Sternwarte auf den Telegraphenlinien Berlin-Borkum-Lowestof-Valentia-Washington Gebührenfreiheit gewährt werden, so daß nunmehr alle in Europa oder doch jedenfalls alle in Deutschland gemachten astronomischen Entdeckungen, deren Verfolgung durch die amerikanischen Astronomen wünschenswerth erscheint, binnen weniger Stunden durch Vermittelung der Berliner Sternwarte nach Washington berichtet werden können, während andererseits die Smithsonian Institution die Meldungen aller ähnlichen amerikanischen Entdeckungen nach Berlin übernimmt.

II.

Physik und Meteorologie.

Geostatik und Geodynamik.

Gewichtsänderung bewegter Massen.

Poggendorff hat kürzlich im 145. Bd. seiner Annalen auf die folgende merkwürdige Stelle in dem „Buch der Waage der Weisheit" des arabischen Gelehrten Al Khazini aus dem 12. Jahrhundert aufmerksam gemacht:

„Das Gewicht eines Körpers, welches an einer bestimmten Stelle einen gewissen Werth hat, ändert sich mit der Entfernung desselben vom Weltcentrum, so daß derselbe schwerer wird, wenn man ihn vom Centrum entfernt, leichter wenn man ihn näher bringt.„

Auf die hierin ausgesprochene, in den Lehrbüchern der Physik noch wenig beachtete Thatsache, daß, sozusagen, ein Körper schwerer erscheint beim Heben, beim Senken dagegen leichter als im Zustande der Ruhe, hat Poggendorff schon im Jahre 1853 (Ann., Bd. 92., S. 179) aufmerksam gemacht. Bedeutet nämlich P das Gewicht eines Körpers im Zustande der Ruhe, g = 9,8 . . . Meter die Fallbeschleunigung und t die Zeit in Sekunden ausgedrückt, so ist das Gewicht des mit der vertikalen

Geschwindigkeit v bewegten Körpers nach mechanischen Gesetzen gleich

$$p \frac{gt \pm v}{gt},$$

wobei v das obere Zeichen hat, wenn die Bewegung aufwärts gerichtet ist. Ist also die Geschwindigkeit v constant, so ist das Gewicht des Körpers während seiner Bewegung veränderlich; dagegen ist dasselbe constant, wenn die Geschwindigkeit v sich proportional der Zeit ändert. Da diese Thatsache bisher wenig beachtet worden, so ist es vielleicht gestattet, hier an den Apparat zu erinnern, den Poggendorff vor nunmehr zwanzig Jahren angegeben hat, um diese Aenderung des Gewichtes zu demonstriren. Derselbe bildet eine Art Waage, aus zwei parallelen Balken bestehend die um eine gemeinsame Achse drehbar sind. Zwischen den Balken befinden sich in gerader Linie und in gleichen Abständen drei leicht bewegliche Rollen, eine in der Mitte, die andern an den Enden. Der eine Waagebalken ist außerdem mit einer Theilung versehen und trägt ein Laufgewicht.

Befestigt man nun ein Gewicht an einer Schnur, legt letztere über eine Endrolle und über die Mittelrolle, tarirt mittels des Laufgewichtes und zieht dann mittels des freien von der Mittelrolle herabhängenden Fadenendes das Gewicht aufwärts, so wird man den Waagebalken mit den Laufgewicht in die Höhe gehen sehen. Hat man aber das Gewicht erst in die Höhe gezogen, dann ein kleineres Gegengewicht an das von der Mittelrolle herabhängende Ende der Schnur befestigt, und überläßt nun das Ganze sich selbst, so wird das Gewicht an der Endrolle sinken, gleichzeitig aber auch diese Seite der Wage in die Höhe gehen. Legt man ferner die Schnur nur über die eine Endrolle und bringt an ihren Enden ungleiche Gewichte an (gerade so wie bei der Atwood'schen Fallmaschine), zieht das größere Gewicht in die Höhe, hält es in dieser Lage durch einen Coconfaden fest und tarirt, brennt jetzt den Faden durch, wodurch das größere Gewicht zum Sinken, das kleinere aber zum Steigen gebracht wird, so wird die Seite der Waage, wo die Gewichte hängen, in die Höhe gehen, weil der Gewichtsverlust, den das größere Gewicht beim Sinken erleidet, größer ist, als die Gewichtszunahme des steigenden kleineren Gewichtes.

Hydrostatik und Aerostatik.

Neue Luftpumpen.

Weinhold's Quecksilberluftpumpe. In einer Arbeit über die Messung hoher Temperaturen*), auf welche wir später nochmals zurückkommen, hat sich Professor Adolf Ferd. Weinhold in Chemnitz der nachstehend beschriebenen Luftpumpe bedient, welche einige eigenthümliche Einrichtungen hat, während sie im Allgemeinen mit der Geißler'schen Quecksilberluftpumpe in ihrer Construction übereinstimmt.

Zwischen ein Paar Ständern von gehöriger Höhe ist ein beweglicher Rahmen RR (Fig. 5) angebracht, der durch kleine an den acht Ecken angeschraubte Lappen von Messing an den Ständern geführt wird, wenn er sich auf- oder abwärts bewegt. Derselbe wird gehoben durch ein in der Mitte seiner hintern untern Kante befestigtes Gurtband, das über eine Leitrolle (von welcher in der Figur der Zapfen Z sichtbar ist) nach der mit dem Sperrade S versehenen Kurbelwelle W läuft. Diese Leitrolle ist nothwendig, wenn das Band trotz des durch Auf- und Abwickeln sich ändernden Durchmessers der Kurbelwelle immer vertikal ziehen soll. Unterhalb des oberen Rahmentheiles ist ein Querstück eingesetzt, welches das bewegliche Quecksilbergefäß B trägt, das nicht, wie gewöhnlich, oben offen, sondern zugeschmolzen und luftleer ist. Auf diese Art kommt die immer wechselnde Quecksilberfläche in diesem Gefäße nicht mit immer sich erneuernder atmosphärischer Luft in Berührung und ein Staubigwerden dieser Oberfläche oder ein Ueberführen von Luft oder Feuchtigkeit aus B nach dem Gefäße A ist unmöglich gemacht. An das untere Ende von B ist ein barometerlanges Glasrohr angeschmolzen, welches durch einen schwarzen, in Wolle eingeklöppelten Kautschuckschlauch mit einem vom feststehenden Gefäße A niedergehenden Glasrohre beweglich verbunden ist. Dieses Gefäß A ist nun durch einen oben angebrachten Hahn einestheils mit dem zu evacuirenden Raum, anderntheils mit den beiden übereinander befindlichen kleinen Gefäßen G und K verbunden. In die Verengung zwischen den beiden letzteren ist

*) Osterprogramm 1873 der Höheren Gewerbschule in Chemnitz.

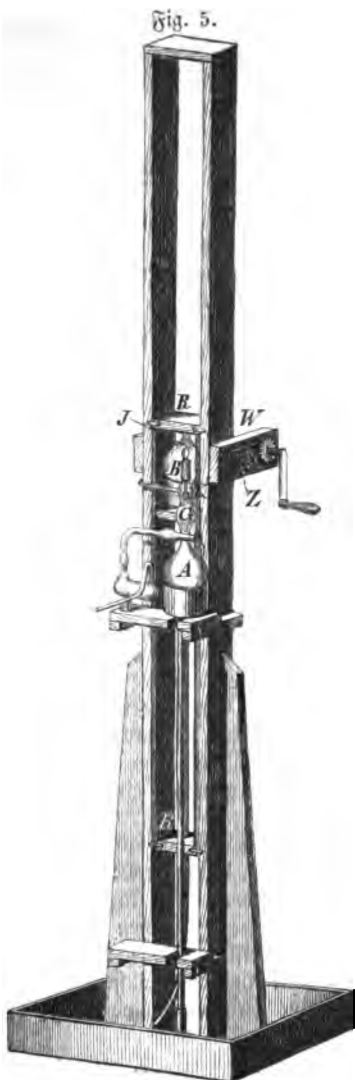


Fig. 5.

ein Glasstöpsel mit langem Stiele J eingeschliffen. Soll die Pumpe nur zum Evacuiren verwendet werden, so kann das Gefäß K oben offen sein und der Stiel des Glasstöpsels frei durch die Oeffnung gehen; um aber auch getrocknete Luft in den leeren Raum einlassen oder das ausgepumpte Gas auffangen zu können, ist an K seitlich ein Röhrchen angesetzt, von welchem ein Kautschukschlauch nach einer Trockenröhre oder einem Auffangegefäß führt, und ferner ist ein Stück Gummischlauch über J und den Hals von K geschoben und auf letzterem festgebunden.

Um nun den Stöpsel lüften zu können, macht man den Schlauch einige Centimeter lang und befestigt sein oberes Ende so am Stiele J, daß er schwach gespannt ist und den Stöpsel sanft niederdrückt. Eine geringe Dehnung des Schlauches reicht dann hin, den Stöpsel auf so lange Zeit, als nöthig ist, offen

zu halten. Der Zweck dieser Vorrichtung ist, den minima
lischen Raum anzusaugen, der bei der Quecksilberluftpump
dadurch entsteht, daß sich das Quecksilber in der Nähe des
Hahnes nicht an alle Theile der Glaswandung vollkommen
dicht anlegt.

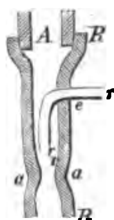
Man arbeitet mit dieser Pumpe zunächst wie mit der
gewöhnlichen Geißler'schen. Das Gefäß B wird gesenkt, das
Quecksilber sinkt aus A herab, füllt B und in A entsteht ei
leerer Raum, der sich mit Luft aus dem zu evacuirenden G
fäße füllt, wenn man die Verbindung mit diesem herstellt. Nac
dem diese Verbindung wieder abgesperrt, wird das Gefäß B
die Höhe gedrückt und dann der Hahn und der Stöpsel J
öffnet. Das in A, G und K eintretende Quecksilber vertr
nun die Luft, die ins Freie entweicht. Hat man diese Ma
pulation so oft wiederholt, daß nur noch Spuren von Luf
entfernen sind, so hebt man B soweit, daß G ganz und K
zwei Dritteln seiner Höhe mit Quecksilber gefüllt ist.
folgenden Sinken von B bewirkt das Quecksilber in K
dichten Schluß des ungefetteten Stöpsels, und in G entsteh
luftleerer Raum. Man hebt nunmehr das Gefäß B nicht
so hoch wie vorher, sondern nur etwa so hoch, wie die
angiebt, was eben hinreicht, um die kleine Luftmenge n
zu treiben ohne daß man nöthig hat, die Luft ins Fre
treiben. Das Auspumpen erfolgt auf diese Art schnelle
noch etwas vollkommener als bei der gewöhnlichen G
schen Pumpe. Ein wiederholtes Hinaustreiben der Luft
ist bei einmaligem Gebrauch der Pumpe, sofern man nic
gewöhnlich große Räume auszupumpen hat, nicht nöth
in G durch die geringen eintretenden Luftmengen kein erh
Druck entsteht.

Die Wasserluftpumpe von C. Christian
Kopenhagen*). Ueber die Mündung A eines Wasserrohres
wird ein dickwandiges Kautschuckrohr RR gebunden;
wird mit einer glühenden Stricknadel bei e durchbo
durch die Oeffnung eine umgebogene Glasröhre rr_1
Wenn man nun das Wasser fließen läßt, so bemerkt
r nur eine geringe Saugwirkung; bringt man hier ei

*) Poggend. Ann. Bd. 146, S. 155.

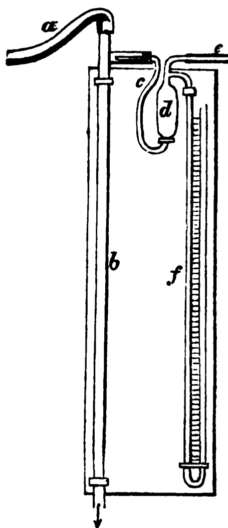
rohr an, dessen anderes Ende in Quecksilber taucht, so steigt das Quecksilber nur etwa einen Zoll. Wenn man aber unterhalb r_1, etwa bei aa, das Kautschuckrohr mit den Fingern zusammendrückt, so steigt das Quecksilber 26 bis 27 Zoll und man kann also auf diese Weise einen fast vollständig leeren Raum erzeugen. Indessen kommt dabei sehr viel auf die richtige Wahl der Stelle a an.

Fig. 6.



Die **Pulsirpumpe von Nic. Jagn** in Petrowskoje Rasumowskoje bei Moskau*). Wird ein durch eine Röhre fließender Wasserstrahl durch ein Hinderniß, etwa durch ein sich schließendes Ventil unterbrochen, so entsteht hinter dem letzteren ein leerer Raum, dessen Saugwirkung zur Construction einer Luftpumpe benutzt worden ist, die in russischen Laboratorien sich seit ein Paar Jahren gut bewährt haben soll.

Fig. 7.



Aus dem Schlauche a (Fig. 7) tritt ein Wasserstrahl in das Rohr b und fließt durch dessen untere Oeffnung ab. Seitlich ist oben ein Ansatzrohr angebracht, welches durch einen Pfropfen geschlossen ist, durch den ein engeres Rohr c geht, dessen nach der Innenseite von b gelegene Mündung mit einem Ventil versehen ist, während es andererseits nach dem Sicherheitsgefäß d führt. Von letzterem aus geht das Rohr weiter und kann durch ein Kautschukrohr e mit dem evacuirenden Gefäße verbunden werden, während seitwärts noch das Manometer f angebracht ist. Das am vordern Ende von c angebrachte Ventil ist in Fig. 8 deutlicher dargestellt. Ueber dieses Ende ist näm=

*) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 317.

Hydrostatik und Aerostatik.

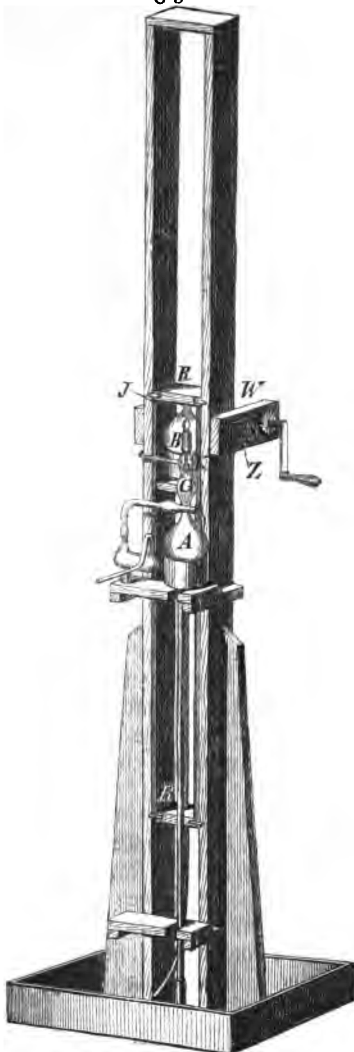
Neue Luftpumpen.

Weinhold's Quecksilberluftpumpe. In einer Arbeit über die Messung hoher Temperaturen*), auf welche wir später nochmals zurückkommen, hat sich Professor Adolf Ferd. Weinhold in Chemnitz der nachstehend beschriebenen Luftpumpe bedient, welche einige eigenthümliche Einrichtungen hat, während sie im Allgemeinen mit der Geißler'schen Quecksilberluftpumpe in ihrer Construction übereinstimmt.

Zwischen ein Paar Ständern von gehöriger Höhe ist ein beweglicher Rahmen RR (Fig. 5) angebracht, der durch kleine an den acht Ecken angeschraubte Lappen von Messing an den Ständern geführt wird, wenn er sich auf- oder abwärts bewegt. Derselbe wird gehoben durch ein in der Mitte seiner hintern untern Kante befestigtes Gurtband, das über eine Leitrolle (von welcher in der Figur der Zapfen Z sichtbar ist) nach der mit dem Sperrade S versehenen Kurbelwelle W läuft. Diese Leitrolle ist nothwendig, wenn das Band trotz des durch Auf- und Abwickeln sich ändernden Durchmessers der Kurbelwelle immer vertikal ziehen soll. Unterhalb des oberen Rahmentheiles ist ein Querstück eingesetzt, welches das bewegliche Quecksilbergefäß B trägt, das nicht, wie gewöhnlich, oben offen, sondern zugeschmolzen und luftleer ist. Auf diese Art kommt die immer wechselnde Quecksilberfläche in diesem Gefäße nicht mit immer sich erneuernder atmosphärischer Luft in Berührung und ein Staubigwerden dieser Oberfläche oder ein Ueberführen von Luft oder Feuchtigkeit aus B nach dem Gefäße A ist unmöglich gemacht. An das untere Ende von B ist ein barometerlanges Glasrohr angeschmolzen, welches durch einen schwarzen, in Wolle eingeklöppelten Kautschuckschlauch mit einem vom feststehenden Gefäße A niedergehenden Glasrohre beweglich verbunden ist. Dieses Gefäß A ist nun durch einen oben angebrachten Hahn einestheils mit dem zu evacuirenden Raum, anderntheils mit den beiden übereinander befindlichen kleinen Gefäßen G und K verbunden. In die Verengung zwischen den beiden letzteren ist

*) Osterprogramm 1873 der Höheren Gewerbschule in Chemnitz.

Fig. 5.



ein Glasstöpsel mit langem Stiele J eingeschliffen. Soll die Pumpe nur zum Evacuiren verwendet werden, so kann das Gefäß K oben offen sein und der Stiel des Glasstöpsels frei durch die Oeffnung gehen; um aber auch getrocknete Luft in den leeren Raum einlassen oder das ausgepumpte Gas auffangen zu können, ist an K seitlich ein Röhrchen angesetzt, von welchem ein Kautschukschlauch nach einer Trockenröhre oder einem Auffangegefäß führt, und ferner ist ein Stück Gummischlauch über J und den Hals von K geschoben und auf letzterem festgebunden.

Um nun den Stöpsel lüften zu können, macht man den Schlauch einige Centimeter lang und befestigt sein oberes Ende so am Stiele J, daß er schwach gespannt ist und den Stöpsel sanft niederdrückt. Eine geringe Dehnung des Schlauches reicht dann hin, den Stöpsel auf so lange Zeit, als nöthig ist, offen

zu halten. Der Zweck dieser Vorrichtung ist, den minimalen schädlichen Raum auszupumpen, der bei der Quecksilberluftpumpe dadurch entsteht, daß sich das Quecksilber in der Nähe des Hahnes nicht an alle Theile der Glaswandung vollkommen dicht anlegt.

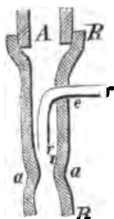
Man arbeitet mit dieser Pumpe zunächst wie mit der gewöhnlichen Geißler'schen. Das Gefäß B wird gesenkt, das Quecksilber sinkt aus A herab, füllt B und in A entsteht ein leerer Raum, der sich mit Luft aus dem zu evacuirenden Gefäße füllt, wenn man die Verbindung mit diesem herstellt. Nachdem diese Verbindung wieder abgesperrt, wird das Gefäß B in die Höhe gedrückt und dann der Hahn und der Stöpsel J geöffnet. Das in A, G und K eintretende Quecksilber vertreibt nun die Luft, die ins Freie entweicht. Hat man diese Manipulation so oft wiederholt, daß nur noch Spuren von Luft zu entfernen sind, so hebt man B soweit, daß G ganz und K zu zwei Dritteln seiner Höhe mit Quecksilber gefüllt ist. Beim folgenden Sinken von B bewirkt das Quecksilber in K einen dichten Schluß des ungefetteten Stöpsels, und in G entsteht ein luftleerer Raum. Man hebt nunmehr das Gefäß B nicht mehr so hoch wie vorher, sondern nur etwa so hoch, wie die Figur angiebt, was eben hinreicht, um die kleine Luftmenge nach G zu treiben ohne daß man nöthig hat, die Luft ins Freie zu treiben. Das Auspumpen erfolgt auf diese Art schneller und noch etwas vollkommener als bei der gewöhnlichen Geißler'schen Pumpe. Ein wiederholtes Hinaustreiben der Luft aus G ist bei einmaligem Gebrauch der Pumpe, sofern man nicht ungewöhnlich große Räume auszupumpen hat, nicht nöthig, da in G durch die geringen eintretenden Luftmengen kein erheblicher Druck entsteht.

Die Wasserluftpumpe von C. Christiansen in Kopenhagen*). Ueber die Mündung A eines Wasserrohres (Fig. 6) wird ein dickwandiges Kautschuckrohr RR gebunden; dasselbe wird mit einer glühenden Stricknadel bei e durchbohrt und durch die Oeffnung eine umgebogene Glasröhre rr_1 gesteckt. Wenn man nun das Wasser fließen läßt, so bemerkt man bei r nur eine geringe Saugwirkung; bringt man hier ein Glas-

*) Poggend. Ann. Bd. 146, S. 155.

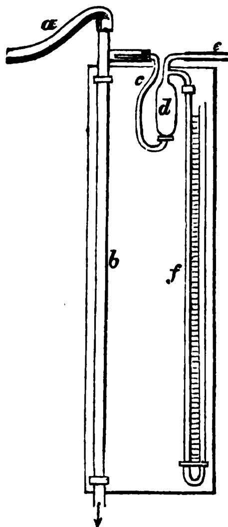
rohr an, dessen anderes Ende in Quecksilber taucht, so steigt das Quecksilber nur etwa einen Zoll. Wenn man aber unterhalb r_1, etwa bei aa, das Kautschuckrohr mit den Fingern zusammendrückt, so steigt das Quecksilber 26 bis 27 Zoll und man kann also auf diese Weise einen fast vollständig leeren Raum erzeugen. Indessen kommt dabei sehr viel auf die richtige Wahl der Stelle a an.

Fig. 6.



Die Pulsirpumpe von Nic. Jagn in Petrowskoje Rasumowskoje bei Moskau*). Wird ein durch eine Röhre fließender Wasserstrahl durch ein Hinderniß, etwa durch ein sich schließendes Ventil unterbrochen, so entsteht hinter dem letzteren ein leerer Raum, dessen Saugwirkung zur Construction einer Luftpumpe benutzt worden ist, die in russischen Laboratorien sich seit ein Paar Jahren gut bewährt haben soll.

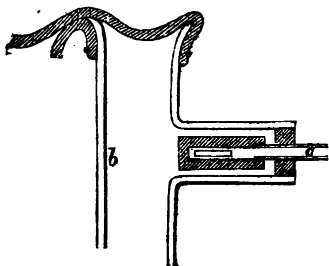
Fig. 7.



Aus dem Schlauche a (Fig. 7) tritt ein Wasserstrahl in das Rohr b und fließt durch dessen untere Oeffnung ab. Seitlich ist oben ein Ansatzrohr angebracht, welches durch einen Pfropfen geschlossen ist, durch den ein engeres Rohr c geht, dessen nach der Innenseite von b gelegene Mündung mit einem Ventil versehen ist, während es andererseits nach dem Sicherheitsgefäß d führt. Von letzterem aus geht das Rohr weiter und kann durch ein Kautschukrohr e mit dem evacuirenden Gefäße verbunden werden, während seitwärts noch das Manometer f angebracht ist. Das am vordern Ende von c angebrachte Ventil ist in Fig. 8 deutlicher dargestellt. Ueber dieses Ende ist näm=

*) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 317.

Fig. 8.



lich ein vorn geschlossenes Kautschukröhrchen gesteckt, in welchem ein Glasstift leicht beweglich liegt; das Kautschuckröhrchen selbst hat in Richtung seiner Achse einen mit einem scharfen Messer beigebrachten Schnitt.

Von Wichtigkeit ist, daß der das Wasser nach b leitende Schlauch a eine gekrümmte Lage hat, wie in Fig. 7 angedeutet ist. In Folge dessen schließt er bald durch sein Gewicht die obere Oeffnung von b, und da ein leerer Raum entsteht, außen und auf der Innenseite aber die atmosphärische Luft drückt, so wird die Wandung des Schlauchs oben in die Mündung von b hinein gepreßt, wie die Figur 8 dies deutlicher zeigt. Zugleich öffnet sich das Ventil von c und es tritt Luft aus dem zu evacuirenden Gefäße ein, die von dem Wasser mit fortgeführt wird, wenn dasselbe die obere Oeffnung von b wieder freigemacht hat und nun wieder durchfließt.

Die stoßweise Wirkung giebt diesem Apparate eine gewisse Aehnlichkeit mit dem hydraulischen Widder. Ein Vorzug dieser Pumpe ist, daß sie keine hohe Wassersäule zu ihrem Betriebe nöthig hat.

Die Zusammendrückbarkeit von Gasen und von Flüssigkeiten unter hohem Drucke.

ist in den letzten Jahren Gegenstand der Untersuchungen von L. Cailletet gewesen.

Um so bedeutende Drucke, wie er sie wünschte, bis mehr als 700 Atmosphären, zu erhalten, construirte er einen besondern Compressionsapparat; zur Messung des Druckes diente ein etwas modificirtes Manometer Desgoffe'scher Construction.*) Wie bei den classischen Untersuchungen Regnault's über die Zusammen-

*) Eine kurze Beschreibung beider Apparate findet sich in den Comptes rendus 1870 mai 23, S. 1131.

drückbarkeit der Gase, wurde bei den Gasen die Abweichung vom Mariotte'schen Gesetze ermittelt und zu dem Zwecke der Werth des Buches $\frac{vp}{v_1 p_1}$ ermittelt, wo v und p Volumen und Druck beim Beginn des Versuches, v_1 und p_1 dieselben Größen nach der Compression des Gases bedeuten. Gälte das Mariotte'sche Gesetz in aller Strenge, so müßte dieser Bruch den Werth 1 haben; es ist aber durch die Versuche Regnault's bekannt, daß derselbe mit wachsendem Drucke wächst bei atmosphärischer Luft, Stickstoff und Kohlensäure, dagegen abnimmt beim Wasserstoffgas. Cailletet, der mit weit bedeutenderen Drücken arbeitete, als Regnault, erhielt für den erwähnten Bruch bei atmosphärischer Luft und Wasserstoff folgende Zahlen:

Druck in Atmosph.	Atmosph. Luft	Wasserstoffgas
60 . . .	1,0131 . . .	0,9810
80 . . .	1,0118 . . .	—
90 . . .	1,0106 . . .	—
100 . . .	1,0098 . . .	0,9552
125 . . .	1,0062 . . .	0,9442
150 . . .	1,0047 . . .	0,9372
175 . . .	1,0027 . . .	—
200 . . .	0,9990 . . .	0,9158
225 . . .	0,9862 . . .	0,9078
250 . . .	0,9792 . . .	0,9001
275 . . .	0,9599 . . .	—
300 . . .	0,9465 . . .	0,8761
325 . . .	0,9230 . . .	0,8670
350 . . .	0,9047 . . .	0,8537
375 . . .	0,8929 . . .	—
400 . . .	0,8672 . . .	0,8347
450 . . .	0,8265 . . .	0,8136
500 . . .	0,7927 . . .	0,7893
550 . . .	0,7502 . . .	0,7701
605 . . .	0,7215 . . .	0,7580
660 . . .	0,6895 . . .	—
705 . . .	0,6660 . . .	—

Die Versuche wurden bei + 15° C. mit 43,638 Cub.-Centim. Gas angestellt.

Man sieht aus diesen Resultaten deutlich, daß bei hohen Temperaturen das Mariotte'sche Gesetz nicht mehr gilt; es befolgt aber jedes Gas in seinen Abweichungen von dem Gesetze seinen eigenen Gang. Beim Wasserstoff ist, wie schon Regnault constatirt hat, $\frac{vp}{v_1 p_1}$ kleiner als die Einheit und nimmt ab mit wachsendem Drucke.

Bei der atmosphärischen Luft dagegen fand Regnault jenen Bruch größer als die Einheit und wachsend. Den Resultaten Cailletet's zufolge scheint dieser Bruch bei 60 bis 80 Atmosphären seinen größten Werth zu haben, um dann zu fallen, und das rascher als beim Wasserstoff.

Rücksichtlich der Zusammendrückbarkeit von tropfbaren Flüssigkeiten hat Cailletet folgende Ergebnisse veröffentlicht:*)

	Dichtigkeit	Temperatur	Zusammendrückbarkeit	Druck in Atmosph.
Destillirtes luftfreies Wasser . . .	1,000	+ 8	0,0000451	705
Schwefelkohlenstoff .	—	+ 8	0,0000980	607
Alkohol	0,858	+ 9	0,0000676	174
"	"	+ 9	0,0000701	305
"	"	+ 11	0,0000727	680
Petroleum-Oel . .	0,865	+ 11	0,0000828	610
Petroleum-Aether .	0,720	+ 10,5	0,0000981	630
Schwefeläther . .	"	+ 10	0,0001440	630
Schwefelige Säure .	"	— 14	0,0003014	606

Indessen hat Cailletet diese Zahlen nicht rücksichtlich der Zusammendrückung der Gefäßwand der Piezometers corrigiren können; sie sind daher noch etwas zu klein.

Die Zusammendrückbarkeit von Gasen bei hohen Temperaturen.

Das Wasserstoffgas ist in dieser Hinsicht neuerdings von Amagat nach einer im Principe schon von Regnault angegebenen Methode studirt worden.**)

Zwei Cylinder von gleicher Capacität sind durch einen

*) Comptes rendus, 1872 juillet 8, S. 77.
**) Comptes rendus, 1872 août 19, S. 479.

Hahn mit einander verbunden; der eine, mit einem gekürzten Barometer communicirende, wird luftleer gemacht, im anderen dagegen comprimirt man die Luft bis zum Drucke von 2 Atmosphären. Nun öffnet man den Hahn und läßt die Luft sich in den doppelten Raum ausbreiten. Zur Messung des Druckes im zweiten Cylinder dient ein offenes Manometer. Die Cylinder sind in ein Oelbad gesenkt, welches bis 320° C. erwärmt werden kann. Die Versuche ergaben für den Bruch $\frac{vp}{v_1 p_1}$ folgende Werthe:

	Atmosph. Luft	Wasserstoff
bei 100°	1,00011	—
250	1,00025	0,99986
320	1,00018	—

Alle diese Werthe sind der Einheit sehr nahe; beim Wasserstoff näher für 250° als für gewöhnliche Temperaturen. Amagat erklärt deshalb das Mariotte'sche Gesetz für eine Grenze, der sich alle Gase bei gehörig hohen Temperaturen nähern.

Schon früher*) hat Amagat im gleichem Sinne die schwefelige Säure und Kohlensäure untersucht. Die Gase wurden erst unter atmosphärischen Druck gebracht, dann auf die Hälfte ihres Volumens comprimirt. Dabei fanden sich für den erwähnten Bruch folgende Zahlen:

Schwefelige Säure		Kohlensäure	
bei 15°	1,0185	bei 8°	1,0065
50	1,0110	50	1,0036
100	1,0054	100	1,0023
150	1,0032	150	1,0014
200	1,0021	200	1,0008
250	1,0016	250	1,0006

Auch in diesen Zahlen zeigt sich deutlich die immer größere Annäherung an das Mariotte'sche Gesetz mit wachsender Temperatur.

---

*) Comptes rendus, 1871 juillet 17, S. 183.

Optik.

Theorie der Lichtbewegung.

Auf Veranlassung einer von A. W. Hofmann ausgeführten Untersuchung über die Spektren von Phosphorwasserstoff und Ammoniak, auf die wir später zurückkommen, hat F. Hoppe-Seyler eine Theorie der Lichterzeugung durch Bewegung der Atome entwickelt,*) welche wir hier in ihren wesentlichsten Gedanken wiedergeben.

Grundlage dieser Theorie bildet die Annahme, daß jeder Körper aus Molekülen, jedes derselben wieder aus durch Zwischenräume getrennten Atomen besteht. Ein Stoß, der das ganze Molekül trifft, wird auch Schwingungen zwischen den Atomen veranlassen, welche sie in um so größere Entfernung auseinander treten lassen, je verschiedener ihre Massen sind. Auch ist der Fall denkbar, daß das Molekül selbst in Ruhe ist, während Oscillationen der Atome stattfinden.

Schon Angström hat, auf den Betrachtungen Euler's fußend, die Ansicht entwickelt, daß Lichtemission und Absorption in derselben Weise zu stande kommen, wie die Uebertragung der Schwingungen einer Saite auf die Luft und umgekehrt. Indem Hoppe-Seyler nun annimmt, daß der Lichtäther in derselben Beziehung zu den körperlichen Atomen steht, wie die Luft zu der Saite, kommt er zu folgenden Sätzen.

1. Die Atome eines jeden Körpers befinden sich in Bewegung, deren Geschwindigkeit abhängig ist von ihrer Masse und der chemischen Affinität, mit welcher sie an einander gekettet sind. Diese Bewegungen werden, von den Atomen dem Lichtäther mitgetheilt, bei genügender Intensität als Licht von bestimmter Farbe wahrgenommen; die Intensität des Lichtes ist abhängig von der Amplitude der Schwingungen und besonders groß beim Zerfall der chemischen Moleküle und Bildung neuer Körper.

2. Auch die Moleküle befinden sich in steter Bewegung, und zwar verschiedener Art in verschiedenem Aggregatzuständen.

*) Poggend. Ann. Bd. 147, S. 101.

Diese Bewegung bedingt die Tension der Gase, sowie die Volumenänderungen fester und tropfbar flüssiger Stoffe beim Erwärmen.

3. Die specifische Wärme eines Körpers bei constantem Volumen entspricht der Summe der Zunahme der Molekularbewegung und wird intermolekulare Atombewegung für eine bestimmte Temperaturerhöhung. Die specifische Wärme vollkommener Gase kann nicht ganz gleich sein.

4. Je größer die Geschwindigkeit der Bewegung ist, um so größer wird auch die Intensität der Atombewegung des Lichtes.

5. Die Geschwindigkeit der Oscillationen der Atome ist in höherem Maße abhängig von der Masse der Atome als von der chemischen Affinität, durch welche sie im Moleküle gefesselt sind; vorausgesetzt, daß die Gruppirung der Atome nahezu die gleiche ist. Zum Beweise wird auf die geringen Verschiedenheiten der Absorptionsspektra der verschiedenen Salze eines und desselben Metalloxydes hingewiesen.

6. Sowie die Bewegung der Moleküle die der Atome veranlaßt und verändert, können auch umgekehrt die Atome, wenn sie von Lichtwellen, die in der Wellenlänge ihren Schwingungen entsprechen, in ausgiebige Schwingungen versetzt werden, Mitbewegung der Atomgruppen und der ganzen Moleküle hervorrufen — Lichtabsorption.

Werden hierbei die Atome in lebhafte Schwingungen versetzt ohne erhebliche andere Bewegungen zu veranlassen, so strahlt der Körper Licht von derselben Wellenlänge aus (Chlorophyll, Fluorescenz entsprechend der Absorption zwischen B und C). Werden ganze Atomgruppen heftigt bewegt, so tritt Fluorescenz ein mit Vergrößerung der Oscillationsdauer; wird das ganze Molekül bewegt, so ergiebt das Temperaturzunahme. Diese drei Vorgänge schließen übrigens einander nicht aus.

7. In Krystallen sind die Moleküle in der Ordnung an einander gelagert, daß die Schwingungen der Atome ebenso wie diejenigen der Moleküle nur in bestimmten Richtungen zu den Achsen der Krystalle geschehen (Pleochroismus, Polarisation, Doppelbrechung).

8. Je dichter die Zusammenlagerung der Moleküle und je after die Bewegung der Atome, um so größer sind die Störungen,

welche die Atome bei ihren Bewegungen erfahren — Ausstrahlung aller Lichtarten durch erhitzte feste Körper.

9. Die Wirkungssphäre der chemischen Affinität zweier Atome auf einander ist wahrscheinlich unbegrenzt, aber die Wirkung selbst nimmt mit der Entfernung ab; werden zwei Atome weit auseinander geschleudert, so wird durch einen Stoß oder eine Attraction, welche das eine durch ein drittes Atom erfährt, der Zusammenhang zerrissen — chemische Zersetzung. Zerfall der Moleküle findet nur statt, sobald die Excursion der Atome gleich der mittleren Entfernung zweier benachbarter Moleküle oder größer als diese wird.

Diese Sätze geben noch eine Anzahl abgeleiteter Hypothesen, die zum Theil durch Versuche begründet sind, zum Theil ihre experimentelle Prüfung noch erwarten. So geht aus den Bunsen-Kirchhoff'schen Entdeckungen mit Sicherheit hervor, daß es sich bei der Lichtemission nicht um die Moleküle, sondern um Bewegungen der Atome handelt. Wie aber die durch Elektricität oder bei chemischen Prozessen hervorgerufenen Lichtemissionen ebenso wie die einzelnen Lichtabsorptionen auf bestimmte Bewegungen der Atome zurückzuführen sind, das ist in jedem besondern Falle näher zu untersuchen.

Diese Hypothesen schließen auch die Annahme ein, daß jeder Körper selbstleuchtend ist, „denn es scheint gar nicht möglich, bei irgend einem plausibeln Erklärungsversuche der Lichterscheinungen diese Annahme zu vermeiden. Das Einzige was dieser Annahme entgegensteht, ist auch nur die hohe Meinung die man von der Empfindlichkeit des Auges besitzt."

Schließlich spricht Hoppe-Seyler noch seine Meinung dahin aus, daß so lange nicht die Haltlosigkeit der Fundamente erwiesen sei, auf welche sich diese Hypothesen gründen, auch alle Schlüsse über die Temperatur lichtemittirender Mittel unzulässig sind, was namentlich rücksichtlich der Temperatur von Weltkörpern zu beachten.

Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes.

Ueber diesen Gegenstand hat J. J. Müller*) in Leipzig

*) Poggend. Ann. Bd. 145.

(jetzt am Züricher Polytechnikum) interessante Untersuchungen veröffentlicht. Die optischen Theorien setzen voraus, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes von der lebendigen Kraft seiner Schwingungen, also von der Helligkeit unabhängig sei, und die gewöhnliche Erfahrung bestätigt diese Annahme. Die astronomischen Methoden der Messung der Lichtgeschwindigkeit sind nun vielleicht nicht ganz geeignet, die Beziehung zwischen Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Helligkeit des Lichtes erkennbar zu machen; der Verf. hielt es daher für geboten, Versuche an der Lichtverbreitung in einer ponderabeln Substanz, und zwar in der Luft anzustellen. Er bediente sich aber dabei nicht der direkten Methode zur Messung der Lichtgeschwindigkeit von irdischen Lichtquellen, die schon beim Nachweise so großer Differenzen, wie die Geschwindigkeiten in Luft und Wasser, mit Schwierigkeiten verknüpft sind, sondern er wählte die indirekte, aber weit empfindlichere Methode der Interferenzen, bestimmte also zunächst die Beziehung zwischen Wellenlänge und Amplitude des Lichtes. Aus diesen Beobachtungen glaubt nun Müller das Resultat ableiten zu dürfen: daß *in zweiter Näherung, wenn Differenzen von Milliontheilen des eigenen Werthes und kleinere berücksichtigt werden, ein Zusammenhang zwischen Fortpflanzungsgeschwindigkeit und lebendiger Kraft der Aetherbewegung anzunehmen sei; und zwar nimmt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes zu mit seiner Helligkeit, oder die Wellenlänge wächst mit der Amplitude.* Rücksichtlich der weiteren Ausführungen müssen wir auf die Originalarbeit verweisen.

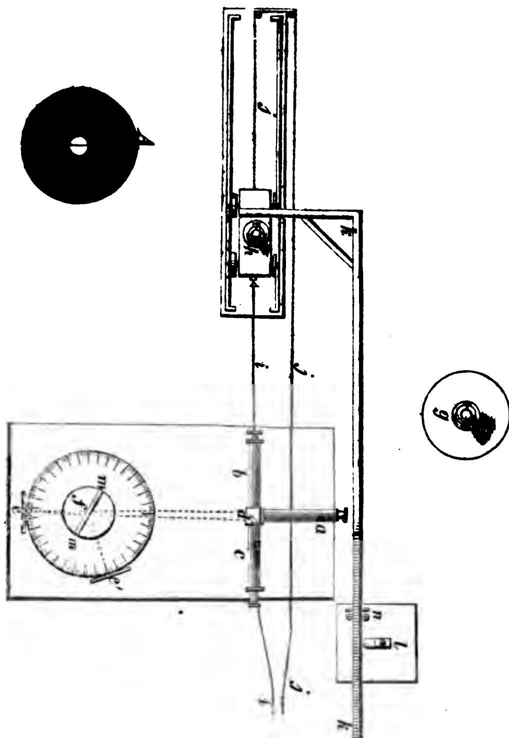
Photometrie.

Wolfs Photometer. Der Pariser Astronom C. *Wolf* hat ein einfaches, mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln physikalischer Cabinette herstellbares Photometer construirt, welches auf die Fähigkeit des Auges gegründet ist, mit großer Genauigkeit die Gleichheit der Lichtstärke zweier Bilder gleicher Färbung zu beurtheilen, die im Gesichtsfelde neben einander liegen.*)

*) Almeida, Journal de Physique. 1872, No. 3. Carl's Repert. der Experimental-Physik. Bd. VIII S. 226.

Auf einem und demselben Tische sind horizontal in gleicher Höhe zwei Collimatoren a und b und ein Fernrohr c befestigt, deren Objective die gleiche Focaldistanz von etwa 40 Centimeter besitzen. Nachdem man das Fernrohr auf Unendlich eingestellt

Fig. 9.



hat, werden die Collimatoren so regulirt, daß man im Fernrohre deutlich die kleinen, halbkreisförmigen Oeffnungen sieht, welche in den die Collimatorrohre verschließenden Fernrohren angebracht sind. In der Verlängerung der Collimatorachse b

ist auf einem zwischen zwei Holzschienen beweglichen Schlitten eine Moderateurlampe h angebracht; ein Paar Schnüre i und j gewähren dem durch das Fernrohr blickenden Beobachter die Möglichkeit, durch einen einfachen Zug mit der Hand die Lampe vor- oder rückwärts zu bewegen und so die Intensität der Oeffnung des Diaphragmas im Collimator b beliebig zu reguliren. Eine zweite, auf einem Stativ aufgestellte Lampe g erleuchtet constant das Diaphragma des Collimators a. Beide Lampen sind Moderateurlampen nach dem Systeme Bernard mit Glascylindern ohne Einschnürung. Sie sind von Pappcylindern umgeben, die nur ein kleines kreisrundes Loch in der Mitte der Flammenhöhe haben.

Das von der Lampe g kommende Strahlenbündel fällt, nachdem es durch die halbkreisförmige Diaphragma-Oeffnung gegangen und durch das Objectiv des Collimators a parallel gemacht worden ist, auf einen regulirbaren planen Glassilberspiegel e, welcher die Strahlen nach dem Reflexionsprisma d wirft, das vor dem Objectiv des Fernrohres c so aufgestellt ist, daß es die eine Hälfte desselben bedeckt. Im Gesichtsfelde des Fernrohres erblickt man dann in gleicher Größe die beiden halbkreisförmigen Oeffnungen neben einander und durch geeignete Regulirung des Spiegels e und des Prismas d kann man ihre beiden geraden Seiten zum Contact bringen, wie die Nebenfigur A andeutet.

Man verschiebt nun die Lampe h so, daß beide Bilder genau die gleiche Lichtintensität besitzen; wie schon erwähnt, ist es leicht dies mit Bestimmtheit zu erkennen, wenn die Bilder einige Ausdehnung besitzen. Die Schätzung wird dagegen sehr schwierig und ziemlich unsicher, wenn die beiden Bilder zu Lichtpunkten zusammenschrumpfen. Wie man dann aus den Entfernungen beider Lampen die Lichtintensitäten berechnet, ist bekannt.

Natürlich sind die Messungen nur bis zu einer gewissen Grenze richtig; wenn man die gleiche Beobachtung wiederholt, so wird man nicht genau bei derselben Stellung der Lampe h beide Bilder wieder gleich hell finden. Aus einer Reihe von 10 Beobachtungen fand Wolf, daß die mittlere Abweichung der Position der Lampe von der mittleren Position bis zu 0,91 betragen kann, die absolute Distanz als 100 angenommen.

Da der wahrscheinliche Fehler einer Bestimmung dieser Position 0,77 beträgt, so erhält Wolf die Gleichheit der Bilder mit einer Annäherung von etwa $^1/_{60}$, was auch die allgemein angenommene Grenze der Genauigkeit ist.

Wenn man ohne Gehilfen arbeitet, so bringt man die Theilung, an welcher man den Abstand der Lampe h abliest, bequem in der Nähe des Fernrohr-Oculars an. An dem in der Figur dargestellten Apparate dient dazu der am Schlitten befestigte Maßstab k, welcher sich auf einem kleinen Tische zwischen den Rollen n vor einem Index l bewegt.

Wolf hat weitere Mittheilungen über die mit diesem Instrumente angestellten Beobachtungen gemacht.

Um zuvörderst das Reflexionsvermögen eines ebenen versilberten Glasspiegels zu messen, wird auf dem Tische des Photometers ein mit einer Gradeintheilung versehener Pappkreis befestigt; der Spiegel e wird auf eine um den Mittelpunkt f dieses Kreises bewegliche Alhidade aufgesetzt. Auf der Scheibe bringt man auch den zu prüfenden Spiegel mm so an, daß seine spiegelnde Fläche durch denselben Punkt f geht. Der Versuch wird nun in folgender Weise angestellt: Zuerst wird mm weggenommen, die Alhidade so gedreht, daß der Hilfsspiegel in die Lage e kommt und die Flamme h so eingestellt, daß die Bilder gleich hell sind. Soll nun das Reflexionsvermögen des Silberspiegels für einen Einfallswinkel α gemessen werden, so dreht man die Alhidade mit dem Spiegel e soweit, daß sie mit ihrer vorigen Lage den Winkel 2α bildet und e in die Lage e' kommt, und setzt den Spiegel mm auf, den man so regulirt, daß beide Bilder wieder neben einander kommen. Das von g kommende Lichtbündel ist jetzt geschwächt um den Verlust, der von der zweimaligen Reflexion an mm herrührt. Man verstellt nun die Lampe h, bis die beiden Bilder wieder gleiche Helligkeit haben; die Größe dieser Verschiebung ist das Maß dieses Intensitätsverlustes.

Wolf fand,*) daß ein neuer Silberspiegel bei allen Einfallswinkeln nahezu dieselbe Lichtmenge reflectirte, nämlich im Mittel 0,935 des einfallenden Lichtes.

Bei einem vor mehreren Jahren versilberten, inzwischen

*) Comptes rendus, 1872 févr. 12, S. 441.

ganz geschwärzten und wieder aufpolirten Silberspiegel zeigte sich die reflectirte Lichtmenge ziemlich verschieden von 83 (bei 20° Einfallswinkel) bis 91 Procent (45° Einfallswinkel), was ohne Zweifel von der Ungleichmäßigkeit der Oberfläche herrührte.

Das von zwei ebenen Spiegeln unter dem Winkel von 45° reflectirte Licht beträgt

bei parallelen Reflexionsebenen	0,87
bei rechtwinklig zu einander stehenden Reflexionsebenen . .	0,82.

Die Quantitäten des bei verschiedenen astronomischen Instrumenten nutzbar gemachten Lichtes, ohne Rücksicht auf den Einfluß der Objective, bestimmte Wolf wie folgt:

Fernrohrobjektiv von 58 Millim. Oeffnung und 480 Millimeter Brennweite, aus zwei getrennten, schwach gelblichen Gläsern bestehend	0,80
Teleskop mit Silberspiegel und Reflexionsprisma	0,84
Siderostat von L. Foucault: ein ebener Spiegel und ein Objectiv	0,75
Apparat mit zwei ebenen Spiegeln und einem Objetive von Loewy, wenn die Reflexionsebenen parallel sind	0,70
Derselbe Apparat, wenn die Reflexionsebenen senkrecht auf einander stehen	0,67

Ein auf die Reliefempfindung gegründetes Photometer hat P. Yvon angegeben.*) Betrachtet man zwei weiße, rechtwinklig zu einander stehende Flächen durch ein innen geschwärztes Rohr, welches zur gemeinschaftlichen Kante rechtwinklig steht, so gewinnt man den Eindruck eines Reliefs, sobald beide Flächen verschieden hell sind, bei völlig gleicher Helligkeit aber erblickt man nur eine helle Kreisfläche. Aus dieser Bemerkung ergiebt sich die Einrichtung des Photometers von selbst: die beiden Flächen, die von beliebiger Art (z. B. die Flächen eines Porzellanprisma's) sein können, werden vertikal gestellt, das Beobachtungsrohr horizontal und die Lichtquellen, welche zu vergleichen sind, werden so disponirt, daß die Strahlen rechtwinklig auf die betreffende Fläche fallen; durch Verschiebung der einen Lichtquelle bringt man dann den Reliefeindruck zum Verschwinden.

Spektralanalyse.

Eine neue Methode zur objectiven Darstellung von Metallspektren hat M. Th. Edelmann in

*) Comptes rendus, 1872 novembre 4, p. 1102.

München angegeben.*) Mit Hilfe eines einfachen — aus dem phys.-mech. Institute des Erfinders zu beziehenden — Apparates wird durch einen Hohlcylinder von Bunsenscher Kohle eine Knallgasflamme brennen gelassen, nachdem vorher der Hohlraum des Cylinders mit einer Mischung des betreffenden Metallsalzes und pikrinsauren Ammoniakes, mit Weingeist zu einem Brei angerührt, ausgekleidet worden ist. Die aus dem Kohlecylinder hervorkommende Knallgasflamme ist für genügend lange Zeit außerordentlich intensiv gefärbt und vollständig zur Objectivdarstellung des Metallspektrums geeignet. Die Versuche lassen sich auf diese Weise namentlich mit Natrium, Fluor, Indium, Strontium, Baryum, Calcium, Kupfer und Wismuth gut anstellen.

Spektra des Stickstoffes und Wasserstoffes. Wie im vorigen Jahrg. dieses Jahrb. (S. 138) berichtet worden, hat Wüllner den Anfechtungen Angströms gegenüber die Existenz verschiedener Spektra beim Stickstoff und Wasserstoff aufrecht zu erhalten versucht. Dem entgegen hat nun Alfred Schuster**) auf Grund seiner Versuche die Ueberzeugung ausgesprochen, daß die kannelirten Bänder, welche die Spektren der Metalloxyde kennzeichnen, niemals im Spektrum eines einfachen Gases zu finden seien. Seine Beobachtungen führen ihn zu dem Ergebnisse, daß reiner Stickstoff unter jedem Drucke nur ein einziges Spektrum, und zwar das Linienspektrum zeigt, und daß die kannelirten Streifen des Spektrums erster Ordnung den Oxyden des Stickstoffes angehören, die sich unter dem Einflusse des elektrischen Funkens bilden.

Rücksichtlich des Wasserstoffspektrums ist er zu einem ähnlichen Ergebnisse gelangt. Nur das bekannte Linienspektrum soll diesem Gase angehören, das Bandenspektrum aber von Acetylen herrühren. Wüllners drittes Wasserstoffspektrum hat er zwar nicht untersucht, glaubt aber, daß es von Schwefel herrührt; eine Vermuthung, die schon von Angström ausgesprochen, von Wüllner aber entschieden bekämpft worden ist.

---

*) Tagebl. der 45. Vers. deutscher Naturf. und Aerzte. S. 114.
**) Poggend. Ann. Bd. 147, S. 106.

Ueber die ganze hier vorliegende Frage äußert sich Schuster dahin, daß Körper, die bei gewöhnlicher Temperatur Gase sind, wie Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, seiner Meinung nach nicht unter verschiedenen Umständen verschiedene Spektra geben können. Anders sei es mit Jod, Schwefel, Brom, für welche durch die Untersuchungen von Salet die Existenz zweier Spektra erwiesen sei. „Eines dieser Spektren ist die Umkehr der Absorptionsstreifen des Dampfes dieser Körper, während das andere das Linienspektrum ist. In den farbigen Dämpfen muß die Molekularconstitution viel verwickelter sein, als in Gasen, und es ist daher nicht überraschend, daß solch ein farbiger Dampf eine Absorption ausüben kann, die mehr der einer Flüssigkeit als gasiger Körper gleicht. Er wird daher Absorptionsstreifen zeigen, und leuchtend wird er nicht ein Linien-, sondern ein Bandenspektrum geben. Bei einer höhern Temperatur aber, wenn der Dampf zum Gase wird, kann sich das Spektrum in ein Linienspektrum verwandeln."

Das Wasserstoffspektrum bei geringem Drucke hat Seabroke untersucht, hauptsächlich um zu prüfen, ob in der Sonnenchromosphäre außer den gewöhnlich dem Wasserstoff zugeschriebenen Linien noch andere diesem Element zugehörige vorkommen, und über diese Arbeit einige vorläufige Mittheilungen veröffentlicht.*) Das Wasserstoffgas befand sich in einer Vacuumröhre gewöhnlicher Art, die mit einer Sprengel'schen Luftpumpe in Verbindung stand, der Druck schwankte von 3 zu 4 Millim. Quecksilbersäule. Eine Batterie von 12 Smee'schen Elementen sandte ihre Funken durch die Röhre. Das durch eine Linse auf die Spalte des Spektroskopes geworfene Licht ging zweimal durch jedes von 4 Prismen von 60° brechendem Winkel. Seabroke hat die Lage der folgenden 21 Linien auf der Kirchhoff'schen Skala angegeben:

1. 694	7. 1119	12. 1991	17. 2428,5
2. 881	8. 1533	13. 2065	18. 2540
3. 930	9. 1621	14. 2080	19. 2605
4. 1014	10. 1876	15. 2235	20. 2670
5. 1049	11. 1943	16. 2361	21. 2767
6. 1061			

*) Chemical News No. 641. Naturforscher 1872, S. 336.

Mit Ausnahme der Linien 694 = C und 2080 = F befinden sich unter diesen Linien keine in der Sonnen-Chromosphäre beobachtete; doch hat Seabroke die jenseits 2767 liegenden Linien noch nicht untersucht.

Das Jodspektrum erster Ordnung. Nachdem früher Plücker und Hittorf vergeblich versucht hatten, in Geißler'schen Röhren ein Spektrum erster Ordnung vom Jod zu erhalten, welches dem Absorptionsspektrum entspricht, ist es G. Salet*) gelungen, in einem und demselben Apparate beliebig das von Plücker beschriebene Linienspektrum und ein neues Spektrum zu erhalten, dessen wenig brechbarer Theil, so zu sagen, die negative Bestätigung für das schöne von Thalén studirte Absorptionsspektrum (Jahrg. VII dieses Jahrb. S. 126) liefert. Im Anfange des Blau und am Ende des Indigo enthält es außerordentlich diffuse Streifen, die leuchtender werden, wenn man die Spannung des Joddampfes vermehrt; aber dann erscheinen auch die Linien des zweiten Spektrums. Das Licht der hierbei angewandten Röhre ist bei niederer Temperatur bronzegelb, bei höher wird es violett-blau.

Um das neue Spektrum zu erhalten, muß man eine Elektricitätsquelle anwenden, welche wenig Spannung hat.

Die Spektralerscheinungen des Phosphorwasserstoffs und Ammoniaks hat Dr. Karl Berthold Hofmann im Laboratorium von Hoppe-Seyler untersucht.**)

Das blasse Licht, das von einem an der Luft liegenden Phosphorstück ausstrahlt, und das bei der Verbrennung des Phosphors in Sauerstoff ausgestrahlte, bieten wesentlich gleiche spektroskopische Erscheinungen dar: es erscheint ein mehr oder minder helles continuirliches Spektrum ohne abgesonderte Streifen.

Anders verhält sich die Flamme des Phosphorwasserstoffes, die seit Dusard und Blondlot zum Nachweis des Phosphors benutzt wird. Wenn man dem Zink in einem Wasserstoffentwickelungsapparate etwas Phosphor zusetzt, oder wenn man Wasserstoffgas über ein kleines in einer Glasröhre befindliches Stückchen Phosphor leitet, das man von Zeit zu Zeit mit einer Spirituslampe ganz mäßig erwärmt, so brennt das Gas mit

*) Comptes rendus, 1872 juillet 8, S. 76.
**) Poggend. Ann. Bd. 147, S. 92.

einer Flamme, deren innerer Kegel schön grün gefärbt ist. Im Spektrum dieses grünen Kegels erscheinen drei grüne, zuerst von Christofle und Beilstein*) gezeichnete Streifen, zu denen bei größerer Lichtintensität noch eine vierte sehr feine Linie kommt.

Diese vier Linien fallen sämmtlich zwischen die Fraunhofer'schen Linien D und F. Die erste, $P\alpha$, fällt z. Th. mit der ersten grünen Liniengruppe vom innern Kegel der Kohlenwasserstoffflamme zusammen, deren erste Linie die Linie $P\alpha$ halbirt. Die zweite feine Linie $P\beta$ fällt in den Raum zwischen die Baryumlinien Ba_γ und Ba_δ ziemlich in die Mitte hinein, ein wenig näher an Ba_γ; sie entspricht dem nach der rothen Seite liegenden Rande der Calciumlinie Ca_β. Dann folgt die dritte Linie, ein breites Band $P\gamma$, das zu beiden Seiten der Fraunhofer'schen Linie E liegt. Die vierte Linie endlich, $P\delta$, entspricht vollkommen der Baryumlinie Ba_β und fällt also in die zweite grüne Liniengruppe des Leuchtgaskegels.

Man kann die Spektralerscheinungen deutlicher machen, wenn man die Flamme mittels einer Porzellanplatte zurückdrückt. Die grüne Farbe im innern Kegel erscheint dem bloßen Auge selbst dann noch deutlich, wenn sie kein Spektrum mehr liefert: sie verschwindet aber gänzlich, wenn man das Phosphorwasserstoffgas über Rüböl auffängt, mit demselben schüttelt und 2 bis 3 Stunden darüber stehen läßt.

Um eine ruhig brennende Ammoniakflamme zu erhalten, ließ man das Gas durch eine gläserne Doppelröhre mit engem Innenrohr ausströmen; ein sehr niedrig brennender Bunsen'scher Brenner wurde an die Mündung gerückt, so daß seine Flamme den Ammoniakstrom gerade berührte. Zur Entwickelung des Ammoniakgases diente concentrirte Ammoniakflüssigkeit mit Kalihydrat. Das Verbrennen erfolgte bald ohne, bald mit Sauerstoff, welches letztere einmal in das Innen-, einmal in das Außenrohr des Gebläses geleitet wurde. Das Spektrum unterschied sich in letzteren Fällen nicht, es war aber bei Zufuhr von Sauerstoff vollständiger als ohne solche, und zwar gilt dies vorzugsweise vom violetten Ende des Spektrums. Hofmann

*) Comptes rendus t. 56, p. 399. u. Ann. de Chim. et Phys., 10 Sér. Vol. II, p. 280.

hat die Linien noch vollständiger und etwas anders beschrieben, als dies früher von Dibbits*) u. A. geschehen ist.

Bei der Fraunhofer'schen Linie C befindet sich eine Doppellinie α; die stärkere von diesen zweien liegt auf der Seite von C nach dem rothen Ende, die andere auf der entgegengesetzten. Man sieht beide Linien am schärfsten bei sehr wenig Sauerstoff.

Es folgt nun eine sehr feine Linie, dem nach dem rothen Ende hin liegenden Rande der Strontianlinie 1 entsprechend; sodann eine breitere Linie β, mit der Strontianlinie 2 zusammenfallend. Von der nun folgenden Doppellinie γ, welche mit Ca_α und Sr_3 zusammenfällt, ist auch die nach dem rothen Ende des Spektrums hinliegende breiter. Eine dritte gleich beschaffene Doppellinie δ fällt fast mit der Strontianlinie Sr_α zusammen, liegt aber um ein Wenig weiter nach D. Jeder der beiden Räume zwischen γ und δ, sowie zwischen δ und D wird, ersterer durch eine sehr feine einfache, letzterer durch eine scharfe Doppellinie ε in zwei gleiche Hälften getheilt.

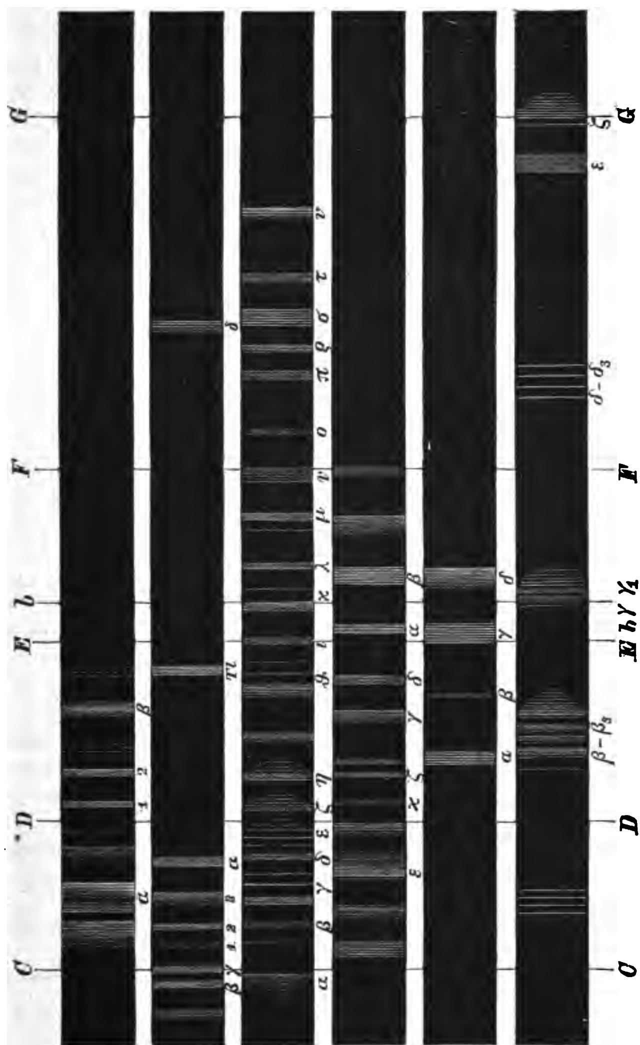
Jenseits D, im lichtstärksten Theile des Spektrums, folgt nun zunächst eine feine Linie ζ nahe bei $Ba_\varkappa$ und Ca, nur wenig gegen D hingerückt, dann kommt eine mit Ca_2 zusammenfallende Linie η, hierauf eine hellere ϑ, den Raum zwischen Ba_γ und Ba_δ ganz ausfüllend, die sich bei Zufuhr von etwas Sauerstoff in zwei Linien auflösen läßt, von denen die stärkere nach dem Roth hin liegt. Auf ϑ folgt eine feine Linie, der nach dem Violett liegenden Seite der Thalliumlinie entsprechend.

Mit der Sonnenlinie E fällt eine etwas stärkere Linie ι zusammen und bei b befindet sich eine Doppellinie, von welcher die breitere, nach der rothen Seite liegende, mit b zusammenfällt.

Zwischen b und F befindet sich zunächst, mit dem nach dem Violett liegenden Rande mit Ba_β zusammenfallend, die Linie λ, die letzte Ammoniaklinie, die man ohne Zufuhr von Sauerstoff wahrnimmt. Es folgen dann die Doppellinie μ und hart an F die Linie λ.

Zwischen F und G liegen noch 6 mehr oder minder lichtstarke Bänder o, π, ϱ, σ, τ, v, von denen π mit δ im Spektrum der innern Leuchtgasflamme und σ mit der Strontium-

*) De spectraal-analyse. Akademisch proefschrift. Rotterdam, Tassemeijer. 1863.



linie Sr_{δ} zusammenfällt. Jenseit G gelang es nicht mehr, das Spektrum in einzelne Linien oder Bänder aufzulösen.

Rücksichtlich der Erklärung dieser Spektren kommt Hofmann zu dem Ergebnisse, daß das grüne Spektrum weder dem Verbrennen des Phosphors, noch dem Glühen des Phosphorwasserstoffgases seine Entstehung verdanken kann, da das Spektrum brennenden Phosphors keine Spur von Spektralstreifen zeigt, das Phosphorwasserstoffgas aber beim Glühen in seine Elemente zerfällt; es bleibt daher nur noch die Annahme übrig, daß der chemische Prozeß am Mantel der grünen Flamme selbst die Aussendung von Strahlen ganz bestimmter Brechbarkeit veranlaßt. Aehnliches gilt auch vom Spektrum der Ammoniakflamme.

Die Benutzung des Spektroskopes zur Photometrie der Absorptionsspektren und zur quantitativen chemischen Analyse ist von Karl Vierordt, Prof. der Physiologie in Tübingen, eingehend erörtert worden.*)

Die Methode, deren sich Vierordt bedient, um die Helligkeit der verschiedenen Theile im Spektrum des durch eine absorbirende Substanz gegangenen Lichtes zu messen, ist im Principe höchst einfach und es läßt sich die dazu nothwendige Vorrichtung an jedem größeren Spektralapparate, unbeschadet seiner Verwendung zu allen übrigen spektral-analytischen Zwecken, leicht anbringen. Es wird nämlich die eine Hälfte der Eintrittsspalte des Apparates durch das zu untersuchende diaphane Mittel verdeckt, die andere Hälfte aber frei gelassen, so daß man übereinander zwei Spektren erhält: das in allen seinen Bezirken lichtschwächere Absorptionsspektrum und das reine Spektrum der beiden Spektren gemeinsamen Lichtquelle. Um aber immer blos einen kleinen Bezirk für die Untersuchung der Lichtstärke vor sich zu haben, sind im Okularrohre des Beobachtungsfernrohres an der Stelle des Fadenkreuzes zwei undurchsichtige Schieber angebracht, welche die vollständige Abblendung des übrigen Spektrums mit Ausnahme des eben zu untersuchenden Bezirkes gestatten. Um nun die Lichtstärke im Absorptionsspektrum mit derjenigen im reinen

*) S. dessen Schrift: Die Anwendung des Spektralapparates zur Photometrie der Absorptionsspektren und zur quantitativen chemischen Analyse. Mit 6 lith. Tafeln. — Tübingen 1873. H. Laupp'sche Buchhdlg.

Spektrum zu vergleichen, schwächt man letzteres soweit ab, daß beide Spektren gleiche Lichtstärke besitzen. Dies geschieht theils durch Verengung (beziehentlich Erweiterung) der einen Hälfte der Eintrittsspalte, theils durch Anwendung von Rauchgläsern von bekannter lichtschwächender Kraft. Da in dem kleinen zur Vergleichung vorliegender Bezirke die Farbe in dem einen Spektrum dieselbe ist, wie in dem anderen, und da beide sehr nahe bei einander liegen, so erkennt das Auge mit sehr großer Genauigkeit die Gleichheit beider Lichtintensitäten. Hat man diesen Punkt erreicht, so kennt man sofort die relative Intensität des betreffenden Bezirkes im Absorptionsspektrum, dieselbe ist nämlich gleich dem Produkte aus der relativen Weite der Eintrittsspalte des reinen Spektrums in die den angewandten Rauchgläsern entsprechende relative Lichtstärke.

Wenn es sich um die Lichtabsorption fester Körper handelt, so kann man den Versuch leicht so anstellen, daß beide Spektra unmittelbar an einander grenzen. Bei Flüssigkeiten kann man vor die untere Spalthälfte ein kleines Vergleichsprisma bringen, welches von einer seitlich stehenden Petroleumflamme erleuchtet wird, während ein vor der obern Hälfte des Spaltes befindlicher Flüssigkeitsbehälter von einer andern Petroleumflamme sein Licht empfängt; auf diese Art kann man ebenfalls die beiden Spektra dicht an einander bringen. Zur Herstellung möglichster Gleichheit der Versuchsbedingungen ist es zweckmäßig, vor das Vergleichsprisma ein Glasgefäß zu stellen, welches mit dem farblosen Menstruum der im andern Gefäße befindlichen Flüssigkeit gefüllt ist. Zur Berechnung der Lichtabsorption der Flüssigkeit ist noch nöthig, daß man beide Flammen genau gleich macht und die lichtschwächende Kraft des Vergleichsprismas kennt.

Indessen ist dieses Verfahren umständlicher als das einfache, oben beschriebene. Bei der Untersuchung von Gasen aber ist das Vergleichsprima sehr zu empfehlen. Man bringt dann zwischen letzteres und die Flamme das farbige Gas, während die andere Spalthälfte von einer zweiten Flamme beschienen wird, deren Licht vorher durch den leeren Gasbehälter gegangen ist.

Die ganze Methode, Vergleichung der Lichtintensitäten zweier Spektra in einzelnen gleichfarbigen Bezirken, unter Be=

nutzung des Vergleichsprismas läßt sich auch für andere Zwecke, z. B. zur Photometrie der hellen beim Verbrennen von Metallen entstehenden Linien verwenden. Vierordt hat dasselbe namentlich auch den Astronomen zur Photometrie der Sternspektra empfohlen.*). Jedenfalls ist es wichtiger, die Helligkeit der Einzelfarben des Spektrums zu erfahren, als blos die Gesammthelligkeit des Gestirnes, wie bei den älteren photometrischen Methoden.

Schon in einer frühern Schrift**) hat Vierordt die Helligkeit der einzelnen Regionen im Spektrum des Petroleumlichtes mitgetheilt, und ebendaselbst findet man auch die entsprechenden Angaben für das Sonnenspektrum, welches vermöge der großen Helligkeit seiner helleren Bezirke nur unter Anwendung eines stärkeren Rauchglases der photometrischen Untersuchung zugänglich ist. Er ging indessen dabei von der Anahme aus, daß die Rauchgläser alle Spektralfarben gleichmäßig abschwächen, welche durch später Messungen als irrig nachgewiesen wurde. Es wird deshalb S. 17 und 18 der neuen Schrift eine neue Tabelle mitgetheilt, auf deren Wiedergabe an dieser Stelle wir aber verzichten. Setzt man die Gesammtlichtstärke des Sonnenspektrums = 1000000, so kommen auf die einzelnen Hauptbezirke folgende Antheile:

A	bis	a . . .	72
a	„	B . .	1592
B	„	C . .	4114
C	„	D .	288957
D	„	E .	478544
E	„	F .	186143
F	„	G .	36190
G	„	H . .	4383.

Wenn es mittels der beschriebenen Methode möglich ist, die Lichtintensität in den einzelnen Spektralbezirken zu messen, so liegt der Gedanke nahe, auch die resultirende Körperfarbe aus diesen Messungen abzuleiten. Indessen hält Vierordt jeden derartigen Versuch zur Zeit noch für aussichtslos.

*) Astron. Nachrichten No. 1863.

**) Die Anwendung des Spektralapparates zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichtes. Tübingen 1871.

Es sind schon mehrfach Versuche gemacht worden, das Absorptionsspektrum zur quantitativen Bestimmung von Farbstoffen in Lösungen zu verwenden.

Preyer*) benutzt zur quantitativen Bestimmung des Blutfarbstoffes (Hämatoglobulins) die Erfahrung, daß eine Lösung dieses Körpers bei einer gewissen Concentration für alle Strahlen mit Ausnahme der rothen und eines Theiles der orangefarbigen undurchsichtig ist. Es wird deshalb eine abgewogene Menge Blut vor der Eintrittsspalte des Spektroskopes so lange verdünnt, bis im Spektrum die erste Spur von Grün auftritt. Hat man nun durch vorläufige Versuche den Gehalt einer Blutfarbstofflösung bestimmt, welche unter gleichen Umständen noch eine Spur von Grün durchläßt, so kann man den Gehalt jeder Blutfarbstofflösung ermitteln.

Die Eigenschaft der spektralen Absorptionsbänder, mit zunehmender Verdünnung der farbigen Lösungen sich immer mehr zu verschmälern und aufzuhellen, ist vielfach genau untersucht worden, und auch der Gedanke ist angeregt worden, die Lage der Grenzen der Absorptionsbänder zur Bestimmung des Gehaltes von Farbstofflösungen zu benutzen.

Die von Vierordt angegebene neue Methode der quantitativen Spektralanalyse von Farbstofflösungen gründet sich dagegen auf das oben beschriebene Verfahren, die Helligkeit einer beliebigen Spektralregion einer Lichtquelle soweit abzuschwächen, bis dieselbe genau gleich ist der Helligkeit derselben Region eines unter Anwendung der nämlichen Lichtquelle erzeugten Absorptionsspektrums. Da jedes Absorptionsspektrum nun einzelne Bezirke enthält, in welchen die Lichtabsorption mit der Concentration der gefärbten Lösung sehr rasch zunimmt, so bietet die Messung der nach dem Durchgange durch die Lösung noch übrig bleibenden Lichtstärke ein einfaches und sicheres Hilfsmittel zur Bestimmung des Gehaltes der Lösung dar.

Was nun des Näheren die Gesetze der Absorption des Lichtes beim Durchgange durch gefärbte Lösungen anlangt, so ist dieselbe

1. proportional der Stärke des auffallenden Lichtes (Bunsen),

*) Ann. der Chemie 1866. Bd. 140, S. 187.

2. hängt sie von der Concentration der Lösung ab nach dem von Lambert für diaphane Gläser entwickelten Gesetze; ist nämlich b der Lichtschwächungscoefficient für die Einheit der Concentration, so hat das Licht l nach dem Durchgange durch eine gleichartige und gleichdicke Lösungsschicht von der Concentration c die Stärke

$$l = bc$$

Doch gilt dies Gesetz nur für homogenes Licht streng.

3. Die Lichtabsorption hängt auch noch ab von der Natur des absorbirenden Mediums und von der Wellenlänge des Lichtes.

Nach Bunsen's Vorgange wählt man zur Charakterisirung der Lichtschwächung nicht den vorstehend benutzten Coefficienten b, sondern man setzt statt desselben den Ausdruck 10^a; ist dann J^o die Intensität des auffallenden, J diejenige des durch die Flüssigkeit gegangenen Lichtes und z die Dicke der Flüssigkeitsschicht, so ist

$$J = J^o. 10^{az},$$

wo a den Namen Extinctionscoefficient führt. Setzt man $J^o = 1$ und $z = 1$ (1 Centimeter), so erhält man zur Berechnung von a die Gleichung

$$a = - \log J.$$

Da nach dem Lambert'schen Gesetze a und c einander proportional sind, so setzt Vierordt

$$\frac{c}{a} = A$$

und nennt diese Größe das Absorptionsverhältniß. Ist einmal der Werth von a sowie der von A festgestellt, so kann man daraus die Concentration c mittels der Formel

$$c = aA$$

berechnen. Die unbekannte Concentration wird also gefunden durch Multiplication des ein für allemal bestimmten Absorptionsverhältnisses A mit dem durch die Spektralbeobachtung erhaltenen Extinctionscoefficienten a der fraglichen Lösung.

Zur Erläuterung mag hier folgendes Beispiel stehen. Eine wässrige Lösung von Chromalaun, welche in 1 Cubik-Centimeter 0,07176 Gramm enthält, schwächte das durch eine 1 Centim. dicke Schicht gehende Lichte ner bestimmten Spektral-

region bis zu 0,52 der ursprünglichen Intensität. Hier ist also $J = 0,52$; sonach $\log J = 9,7177-10$, mithin

$$a = 10 - 9,7177 = 0,2823,$$

und da ferner die Concentration c den Werth 0,07176 hat, so ist

$$A = \frac{0,07176}{0,2823} = 0,2542.$$

Bei einer andern in gleicher Weise untersuchten Chromalaunlösung ergab sich $J = 0,847$; daraus folgt $\log J = 9,9280-10$, also $a = 10-9,9280 = 0,0720$. Multiplicirt man diesen Werth von a mit dem vorher gefundenen Werthe $A = 0,2542$, so ergiebt sich die Concentration der zweiten Lösung

$$c = 0,0720 . 0,2542 = 0,01790,$$

d. h. in 1 Cubik-Centimeter waren der Rechnung zufolge 0,01790 Gramm Chromalaun (in Wahrheit 0,01794 Gr.) enthalten.

Dasselbe Verfahren kann auch zur quantitativen Bestimmung zweier in einer Lösung enthaltenen farbigen Körper mittels der Spektralanalyse dienen, wenn das Licht in zwei Spektralregionen von beiden Körpern jeweils in verschiedenem Grade durchgelassen wird.

Sind x und y die unbekannten Mengen der beiden Körper, die neben einander in einem Cubik-Centim. Flüssigkeit enthalten sind, ferner A und B die Absorptionsverhältnisse dieser Körper in der ersten, A' und B' diejenigen in der zweiten Spektralregion, endlich E und E' die für beide Spektralregionen bestimmten Summen der Extinctionscoefficienten (die negativen Logarithmen der Intensitäten des durchgegangenen Lichtes) so ist

$$E = \frac{x}{A} + \frac{y}{B} \text{ und } E' = \frac{x}{A'} + \frac{y}{B'},$$

aus welchen beiden Gleichungen sich x und y ergeben. Die Richtigkeit dieser Methode hat Vierordt an Lösungen von übermangansaurem Kali und saurem chromsaurem Kali geprüft.

Auch die quantitative Bestimmung farbloser Substanzen ist nach derselben Methode ausführbar, wenn diese Substanzen eine Farbenreaction geben. Von besonderer Bedeutung war in dieser Hinsicht wegen ihres physiologischen Interesses die Wir-

kung einer Eisenoxydlösung auf die Sulfocyanverbindungen, wobei intensiv roth gefärbte Eisenrhodanidreactionen auftreten, deren Absorptionskraft für gewisse spektrale Farben sehr groß ist. Rücksichtlich des Näheren müssen wir indessen auf das Originalwerk selbst verweisen. Ebenso können wir hier nicht die Untersuchungen reproduciren, welche Vierordt rücksichtlich der Genauigkeit seiner Methode ausgeführt hat. Von Wichtigkeit in dieser Hinsicht ist die durch zahlreiche Beispiele erwiesene Thatsache, daß eine einzige Messung der in einem bestimmten Bezirke des Absorptionsspektrums einer farbigen Lösung übrig bleibenden Lichtstärke vollkommen hinreicht zur Bestimmung der Concentration der Lösung, vorausgesetzt, daß das Absorptionsverhältniß ein für allemal gemessen worden ist.

Vierordt giebt in seinem Werke außer der allgemeinen Auseinandersetzung der Methode noch eine Menge von Beispielen, indem er für verschiedene Körper (saures und neutrales chromsaures Kali, Chromalaun, schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak, übermangansaures Kali, Fuchsin, sauerstoffhaltigen Blutfarbstoff Harn, Galle) die Absorptionsspektren in ihren einzelnen Bezirken genau beschreibt, die Extinctionscoefficienten angiebt u. s. w.

Fluorescenz und Phosphorescenz.

Arbeiten von Hagenbach. Wir haben früher (Jahrg. VII, S. 135 dieses Jahrb.) die Untersuchungen über die optischen Eigenschaften des Blattgrüns von Eduard Hagenbach in Zürich erwähnt. Diesmal wollen wir in Kürze berichten über eine umfangreiche Reihe von Untersuchungen, welche derselbe über die Fluorescenzerscheinungen verschiedener Körper angestellt hat.*) Das Hauptaugenmerk war dabei namentlich auf drei Punkte gerichtet. Zunächst handelt es sich um die Ermittelung der Grenzen und der Maxima der Fluorescenz, also um Angabe derjenigen Stellen des Spektrums, wo die Fluorescenz anfängt

*) Poggend. Ann. Bd. 146, S. 65, 232, 375 u. 508. Die Fluorescenz einiger fester Kohlenwasserstoffe ist auch neuerdings von Henry Morton, Präsident des Stevens Instituts in Hoboken (New Jersey) untersucht worden. Durch diese Arbeiten werden die Hagenbach'schen Resultate nur unwesentlich modificirt. Poggend. Ann. Bd. 148, S. 292.

und aufhört, und um genaue Bestimmung des Ortes der Maxima, wobei namentlich zu beachten, ob es blos ein Maximum oder mehrere giebt. Ein zweiter Punkt war die Ermittelung des Absorptionsspektrums für die fluorescirenden Substanzen, besonders zur Prüfung des von Stokes aufgestellten Gesetzes, dem zufolge im Fluorescenzlichte nie Strahlen enthalten sind, die noch brechbarer sind, als diejenigen, welche die Fluorescenz erregen. Die Richtigkeit dieses Gesetzes ist bekanntlich von Lommel in Zweifel gezogen worden (Jahrg. VII dieses Jahrb. S. 132). Endlich handelte es sich noch um eine genaue Untersuchung des Spektrum des Fluorescenzlichtes, namentlich bei Anwendung verschiedener Lichtquellen zur Erregung der Fluorescenz, um zu erfahren, ob bei Verschiedenheit der auffallenden, die Fluorescenz erregenden Strahlen sich auch in dem vom fluorescirenden Körper ausgestrahlten Lichte Verschiedenheiten zeigen.

Es sind nicht weniger als 36 verschiedene Substanzen, welche Hagenbach der Untersuchung unterworfen hat, nämlich Morin=Thonerde=Lösung (grün fluorescirend), Naphtalinroth (gelbe Fluorescenz), oxydirtes Brasilin (gelbe Fl.), salpetersaures Chrysanilin (hellgrüne Fl.), Thiomelansäure (grüne Fl.), verschiedene Kienruß=Auszüge (grüne Fl.), Amid der Phtalsäure (alkoholische Lösung mit grüner, ätherische mit blauer Fl.), Stechapfelsamen=Extract (in alkoholischer Lösung mit grüner Fl.), Extract des Stammes von Peganum Harmala (alkohol. Lösung wie vorige), Amid der Terephtalsäure (prachtvoll blaue Fl.), schwefelsaures Chinin (schön blaue Fl.), Aesculin (blaue Fl.), Fraxin (grüne Fl.), Auszug von Griesholz (lignum nephriticum, die Fl. ähnlich der des Fraxins), Quassiatinctur (blaue Fl.), Sandelholz=Extract (blaue Fl.), Lackmuslösungen, Curcumatinctur (gelbgrüne Fl.), Malzzucker (schmutzig gelbgrüne Fl.), Sandarak (gelbgrüne Fl.), Guajak (blau=violette Fl.), Purpurin (gelbe Fl.), Orseille (ätherische und alkoholische Lösung, orange Fl.), Safflorroth (gelbe Fl.), Bichloranthracen (prächtige blaue Fl.), Photen (Anthracen, blauviolette Fl.), Petroleum (blaue Fl.), Bisulfanthrachinon (tiefblaue Fl.), Flußspath, Uranglas, salpetersaures Uranoxyd, gew. Glas (ord. grünes), Phtaleïn des Resorcins (Fluorescin, Lösung in verdünntem Ammoniak, schön gelbgrüne Fl.), Fluoranilin, Barymplatincyanür und Blattgrün.

Auf die gewonnenen Resultate im Einzelnen einzugehen, ist an dieser Stelle nicht möglich; allgemeine Sätze von theoretischer Bedeutung auf Grund der Beobachtungen und Messungen festzustellen, das erklärt Hagenbach selbst für sehr schwierig. „Der Eindruck, den ein unbefangener Ueberblick vorerst gewährt, ist der einer sehr großen Mannigfaltigkeit; es ist keine Frage, daß wir es hier mit einem Vorgange zu thun haben, der zu der großen Gruppe physikalischer Erscheinungen gehört, welche durch die mit der stofflichen Beschaffenheit zusammenhängende molekulare Constitution bedingt sind, und wo eben jeder Körper gleichsam als besonderes Individuum mit eigenthümlichen charakteristischen Eigenschaften auftritt." Doch hat Hagenbach versucht, einige allgemein gültige Gesetze aufzustellen.

Was zunächst die Fluorescenz erregenden Strahlen betrifft, so sind unter Umständen wahrscheinlich alle Strahlen des Spektrums im Stande diese Wirkung zu äußern. Zwar kennt Hagenbach keine Substanz, in welcher die rothen Strahlen vor B fluoresciren; da aber das Fluorescenzlicht weniger brechbar ist, als das erregende, so kann sich die Fluorescenz dieser Strahlen leicht der Wahrnehmung entziehen. Beispiele für eine große Erstreckung der erregenden Strahlen, fast über das ganze Spektrum, gewähren Chlorophyll, Naphtalinroth, Thiomelansäure rc. andererseits giebt es Substanzen, wo erst die violetten Strahlen hinter G erregend wirken, wie beim Bisulfanthrachinon. Im violetten Theile erstreckt sich die Fluorescenz immer über H hinaus.

Im Bezug auf Anzahl und Lage der Maxima herrscht die größte Mannichfaltigkeit: frische Blattgrünlösung zeigt 7, Kienrußauszug 5, Barymplatincyanür 4, Naphtalinroth, alkoholische Lackmuslösung u. a. 3, rc.

Wie schon Stokes gezeigt hat, findet überall da, wo Fluorescenz auftritt, auch eine entsprechende Absorption statt. Doch findet bekanntlich bei gefärbten Flüssigkeiten auch Lichtabsorption ohne Fluorescenz statt, und manche fluorescirende Flüssigkeiten zeigen außer der der Fluorescenz entsprechenden auch noch eine besondere Absorption. Hagenbach hält es aber für wahrscheinlich, daß solche Flüssigkeiten, zu denen wässrige Lackmuslösung, sowie Purpurin in Soda gehört, Gemische einer fluorescirenden und einer gefärbten, nicht fluorescirenden Flüssigkeit

sind, indem er an dem von Stokes ausgesprochenen Satze festhält, daß bei fluorescirenden Flüssigkeiten im Allgemeinen jeder Absorption auch Fluorescenz entspricht.

Auch rücksichtlich der Fluorescenzspektren begegnet uns die größte Mannigfaltigkeit. Sehr geringe Ausdehnung hat dies Spektrum beim Chlorophyll, sehr bedeutende bei der Thiomelansäure, dem Bisulfanthrachinon, dem Flußspath u. a. Auch die Zahl der Maxima der Lichtstärke ist sehr verschieden: 8 beim salpetersauren Uranoxyd, 6 beim Bichloranthracen, beim Photen und Petroleum, 5 beim Uranglas und bei Kienrußextrakten, 3 bei Guajaklösung &c. Nur ein einziges Maximum zeigen die Fluorescenzspektren der Morinthonerdelösung, des Naphtalinrothes, salpetersauren Chrysanilins, der Thiomelansäure, des Amides der Phtalsäure, des Malzzuckers, der weingeistigen Sandaraklösung, des Flußspathes.

Es ist zu vermuthen, daß die durch das Auftreten mehrerer Maxima sich kund gebende Intermittenz des Lichtes im fluorescirenden Spektrum im Zusammenhang steht mit der Intermittenz im Fluorescenzspektrum. Allein, wenn sich auch einige Fälle eines solchen Zusammenhanges anführen lassen, so zeigen doch andere zahlreiche Fälle, daß dieser Zusammenhang jedenfalls keinem einfachen Gesetze folgt. Während z. B. die Kienruß-Auszüge 5 Maxima der Fluorescenz im Spektrum und auch wieder 5 Maxima im Fluorescenzspektrum zeigen, finden sich bei der frischen Blattgrünlösung 7 Maxima der Fluorescenz und nur 2 Maxima im Fluorescenzspektrum; umgekehrt zeigt das salpetersaure Uranoxyd keine Intermittenz der Lichtstärke beim Fluoresciren im Spektrum, aber 8 sehr scharf ausgeprägte Maxima im Fluorescenzspektrum.

Was den Zusammenhang zwischen erregenden Strahlen und Fluorescenzlicht anlangt, so sieht sich Hagenbach veranlaßt, das Stokes'sche Gesetz, demzufolge die Brechbarkeit des einfallenden Lichtes die obere Grenze ist für die Brechbarkeit der Bestandtheile des Fluorescenzlichtes, aufrecht zu erhalten gegenüber den Zweifeln, die namentlich Lommel gegen dasselbe erhoben hat. Es fehlt aber an dieser Stelle der Raum zum näheren Eingehen auf die Erörterungen, die Hagenbach gelegentlich der Versuche mit Naphtalinroth, Chlorophyll, Thiomelansäure und einigen andern Körpern über diesen Punkt angestellt hat. Auch

gegen verschiedene von V. Pierre aufgestellte Sätze spricht sich Hagenbach aus.

Aus den Versuchen geht ferner die Richtigkeit des schon von Pierre aufgestellten Satzes hervor, daß das Lösungsmittel auf den Charakter der Fluorescenz Einfluß hat; doch ist es nicht möglich gewesen, diesen Einfluß des Lösungsmittels in bestimmterer Weise anzugeben.

Die Frage, ob das Fluoresciren im festen Zustande auch Fluoresciren im gelösten Zustande zur Folge hat, ist je nach Beschaffenheit der Körper verschieden zu beantworten. So fluorescirt Barhumplatincyanür im festen Zustande, nicht aber gelöst; salpetersaures Uranoxyd fluorescirt stark in festem Zustande, nur schwach in Lösung; Photen, Malzzucker, Curcumafarbstoff, Brasilin fluoresciren stark in festem Zustande und in Lösung; Aesculin, schwefelsaures Chinin, die Amide der Phtalsäure fluoresciren nur wenig in festem, aber stark in gelöstem Zustande; Naphtalinroth endlich fluorescirt nur in Lösung.

Viele Umstände sprechen dafür, daß Fluorescenz und Phosphorescenz nur graduell verschiedene Erscheinungen sind. Diese Vermuthung würde als bestätigt anzusehen sein, wenn es gelänge, bei einigen stark fluorescirenden Flüssigkeiten eine kleine Ausdauer der Lichtausstrahlung nachzuweisen, was bisher nicht möglich gewesen ist.

Ueber die Anfertigung künstlicher Phosphore (Leuchtsteine) hat Dr. G. Seelhorst in Nürnberg einige Mittheilungen veröffentlicht.*) Bei genauer Befolgung der von A. Förster veröffentlichten Vorschriften**) gelang die Herstellung von gelb, grün und blau leuchtenden Phosphoren recht gut, mit einem Präparate kam auch ein orangefarbener; ein so schön roth und violett leuchtender, wie früher aus Paris bezogene Röhren mit Phosphoren enthielten, war nicht zu erhalten.

Die Phosphore wurden gleich nach der Herstellung noch heiß in getrocknete Glasröhren eingeschmolzen. Will man sie aber in flache, enge Glasröhren füllen, so hat man sie vorher

*) Abhandlungen der naturhist. Gesellsch. zu Nürnberg. Bd. 5, S. 119. Polytechn. Centralbl. 1873, S. 46 u. f.

**) Poggend. Ann. Bd. 133, S. 94 und 228.

zu pulvern, wobei freilich ihre Schönheit leidet; doch braucht man sich damit nicht zu beeilen, wenn man sie nur durch die bei der organischen Elementar-Analyse üblichen Vorsichtsmaßregeln vor der atmosphärischen Feuchtigkeit schützt. Sehr bequem und der weitesten Anwendungen fähig fand Seelhorst das Einschmelzen in Paraffin. Er rührt zu dem Ende den fein gepulverten Phosphor mit geschmolzenem Paraffin zu einem dicken Brei an und trägt diesen mit dem Pinsel in verschiedenen Figuren auf ebene Glasscheiben auf. Die Conturen werden mit dem Messer ausgeschnitten, dann andere Farben daneben gesetzt und so Blumen, Sterne, Schmetterlinge rc. hergestellt, welche nach der Beleuchtung mit Magnesiumlicht einen hübschen Anblick gewähren. Die obere Seite des Präparates wird dann einige mal mit geschmolzenem Paraffin überzogen und die Tafel, mit der Glasseite nach oben, in ein Kästchen mit schwarzem Hintergrund und Schiebdeckel gefaßt. Solche Präparate haben sich länger als ein Jahr ganz gut gehalten.

Oft wollte der eben in der zugeschmolzenen Glasröhre kalt gewordene Phosphor nicht phosphoresciren; aber am nächsten Tage leuchteten solche Präparate dennoch recht schön.

Grün leuchtende Phosphore: 1. Unterschwefligsaurer Strontian, nach Forster bereitet, 15 Min. lang über der Bunsen'schen Lampe, 5 Min. lang über dem Gebläse geglüht. Geschmolzene Masse, sehr hart, leuchtet schön gelbgrün; einer der schönsten Phosphore. — 2. Gleiche Theile kohlensaurer Strontian und gefällter Schwefel (Schwefelmilch), langsam 5 Min. lang gelinde, dann 25 Min. lang stark über dem Bunsen'schen Brenner, endlich 5 Min. lang über dem Gebläse erhitzt. Nicht geschmolzen, körnig; sehr schön grün leuchtend, dunkler als voriger.

Blau leuchtende Phosphore: 3. Schwefelsaurer Strontian, mit einer 0,7 Proc. schwefelsaures Bleioxyd enthaltenden Schwefelsäure aus Chlorstrontium gefällt, mit Wasserstoff nach Forster reducirt, 10 Min. lang über der Lampe, 10 Min. lang über dem Gebläse geglüht, leuchtete schwach blau. Fünf andere Versuche mit verschiedener Zeit des Glühens gaben kein besseres Resultat. — 4. Ein anderer schwefelsaurer Strontian, mit bleifreier Schwefelsäure bereitet, gab mit Wasserstoff unter gleichen Umständen wie voriger behandelt, bei 15 Min. langem Glühen über der Lampe und 5 Min. überm Gebläse einen

gelb leuchtenden, bei 10 Min. langem Glühen über der Lampe und 10 Min. überm Gebläse einen schöner gelb leuchtenden Phosphor; bei 10 Min. langem Glühen über der Lampe und 15 Min. überm Gebläse wurde er bleibend blau. Noch längere, nämlich 20 Min. Gebläsehitze ließ das Blau noch schöner werden.

Gelb leuchtende Phosphore: Für hellgelb leuchtende Phosphore ist die im vierten Versuche beschriebene Methode, 10 Min. Glühen über der Lampe und 10 Min. überm Gebläse, die beste. — Für dunkelgelb oder orange leuchtende Phosphore fand Seelhorst nur einen einzigen schwefelsauren Baryt tauglich. Derselbe mit Kohle, 6 zu 1, 30 Minuten lang über der Lampe 10 Min. überm Gebläse geglüht, leuchtete Anfangs nicht, aber am andern Tage gut orangeroth.

Diese wenigen Versuche sind aus einer größern Reihe mit etwa 60 verschiedenen Substanzen die zuverlässigsten und brauchbarsten, wenn man die Phosphore für den Handel darstellen will. Chemische Reinheit ist der Phosphorescenz nicht förderlich, zuweilen sogar hinderlich. Es ist vortheilhafter, kleine Quantitäten auf einmal zu bereiten, die man besser durchglühen kann; mit 50 Gramm wollte trotz eines großen zehnstrahligen Gasgebläses nicht gelingen, was mit 10 Gr. über dem Bunsen'schen Gebläse leicht war. Auch strengt das lange Blasen sehr an. Zur Reduction wurde ein von Seelhorst eigens construirter Wasserstoffentwickelungsapparat*) benutzt.

Uebrigens mag noch daran erinnert werden, daß Dr. Geißler in Bonn kleine, mit prächtig leuchtenden, in flachen Glasröhrchen eingeschlossenen Phosphoren gefüllte Etuis versendet, die an Güte den Pariser Fabrikaten nicht nachstehen.

Spektralanalyse fester phosphorescirender Körper. Edm. Becquerel**) hat das Licht, welches eine Anzahl fester Körper aussenden, nachdem sie vorher belichtet worden, spektroskopisch untersucht. Er bediente sich dabei meist des Phosphoroskopes (s. Jahrg. IV dieses Jahrb. S. 88), in welchem der betreffende Körper innerhalb einer rotirenden Trommel

*) Beschrieben in Fresenius Zeitschr. f. analyt. Chemie. Bd. 8, S. 139.

**) Comptes rendus, 1872 août 5, S. 296.

von der einen Seite her momentan durch die Sonne beleuchtet werden kann und im nächsten Augenblicke auf der entgegengesetzten Seite das Phosphorescenzlicht ins Auge des Beobachters schickt. Wenn aber diese Methode im Stiche ließ, wie bei manchen Uransalzen, die nur Licht zwischen B und F aussenden, während das erregende im Blau und Violett liegt, so ließ er die Substanz durch Licht bescheinen, welches nur Strahlen von größerer Brechbarkeit als die Linie F enthielt, und untersuchte das ausgestrahlte Licht während der Beleuchtung.

Die meisten der untersuchten sehr zahlreichen Uranverbindungen gaben eine Reihe von 5 bis 7 Gruppen heller und dunkler Banden, etwa von C bis wenig über F reichend, deren Ort bei verschiedenen Verbindungen verschieden ist.

Nach Becquerel soll die Aufeinanderfolge der hellen Gruppen im Spektrum im Allgemeinen die Verbindung des Urans charakterisiren (indessen zeigten das Oxydul und einige Verbindungen des Sesquioxydes überhaupt keine Phosphorescenz); die Säure dagegen soll die Anordnung der hellen und dunkeln Streifen in jeder Gruppe bestimmen.

Wiewohl die Lage der hellen und dunkeln Phosphorescenzstreifen eben so fest und bestimmt ist, wie die Lage der Streifen im Spektrum eines glühenden Körpers, so existirt doch kein Zusammenhang zwischen den Streifen in beiden Spektren.

Ueber Abendlichter.

an der östlichen Küste Südamerika's hat Heinrich Burkhart-Jezler interessante Mittheilungen gemacht und daran einige Erörterungen über die farbigen Lichter an Wolken und Dünsten überhaupt geknüpft.*)

Bekanntlich dauert die Dämmerung unter niederen Breiten nur kurze Zeit und es folgt die Finsterniß sehr schnell auf den Sonnenuntergang. Wenig bekannt aber ist, daß wenn schon Dunkelheit herrscht und Sterne bis zur dritten Größe mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können, das Tageslicht plötzlich wieder aufleuchtet und der ganze Westhimmel ein helles

*) Poggend. Ann. Bd. 145.

Licht ausstrahlt, als ob ihn eine unsichtbare Sonne aufs Neue beleuchte. Nachdem der Verfasser erwähnt, daß der nordische Einwanderer sich gar bald an den jähen Wechsel von Tag und Nacht gewöhnt, fährt er fort: „Kaum daß der lockende Ruf der Abendtaube die Nähe des Sonnenunterganges ihm verkündet, greift er behende nach seinen Werkzeugen, um bei dem letzten Lichte des Tages den Weg aus dem Walde durch das Gewirr der umgestürzten Baumreihen finden und der Dunkelheit zuvorkommen zu können, die, wie er weiß, bald Alles überdeckt. Schon breitet die Finsterniß sich aus, da er den Fuß auf seine Schwelle setzt; doch oft, wenn er es sich schon in seiner Hütte bequem gemacht, lockt ihn der plötzlich wieder erwachte Glanz des Tages ins Freie, wo eine nie gesehene Pracht auch die wildeste Umgebung, wie die eines zerstörten Urwaldes, in zauberhafter Beleuchtung verklärt. Geblendet vom Licht sucht sein Auge nach einem Ruhepunkte vergebens! Denn nicht von einem, sondern von allen Punkten des Westhimmels richten sich Strahlen gegen ihn; wallend drängen sie sich ihm auf; das Licht und alle vor ihm beleuchteten Gegenstände scheinen zu zittern. Nicht einfarbig, nicht weiß bricht das Licht herein, die Strahlen von allen Farben des Regenbogens strömen überall wohin sich das Auge wendet in stetem Wechsel. Von den dunkelgrünen, pergamentglänzenden Blättern der Bäume und Sträucher fließen sie herab und hüpfen von Halm zu Halm auf dem grünen Rasen. Dunkles Stahlblau, Purpur mit Gold, Saftgrün und Scharlachroth, von Violett unterbrochen, wechseln in wunderbar schneller Bewegung, und die nahen Zweige und Sträucher scheinen sich zitternd zu beleben. Nach und nach beruhigt sich die Umgebung, die jähe Bewegung des Lichtwechsels verliert sich, der Westhimmel, welcher bis dahin wie in einem Lichtnebel, einem Gemisch von Weiß, Grün und Goldschimmer geleuchtet, thut sich auf: eine purpurrothe, durch alle Abstufungen von Dunkelroth in Gelb spielende Gluth bricht hervor, welche die ganze Landschaft mit Goldgelb überzieht. Diese erscheint dann in einem solchen Lichte, wie wenn man sie sonst durch ein goldgelbes Krystallglas betrachtet. Der dunkle Wald prangt in bläulichem Grün, die näher gelegenen Buschpartien strahlen in Saftgrün, die helleren Grasflächen schimmern in grünlichem Golde, die Stämme der Bäume und die Gipfel der Häuser

leuchten in röthlichem Gelb. Deutlicher Schatten wird bemerkbar; in horizontalen Projectionslinien zeichnet er sich von den Bäumen auf der nahestehenden Wand ab; die dem Westen abgewandten Abhänge der Hügel lagern sich im Dunkel. Von ihnen ausgehend verbreitet sich in einigen Minuten die Nacht aufs Neue über die Erde, denn die Flammen am Himmel erlöschen, ein mattes Gelb und zuletzt nur noch ein weißer Schein bleibt übrig von der blendenden Herrlichkeit, um am Ende auch zu verschwinden."

Unser Autor beobachtete die Erscheinung in der beschriebenen Weise zum ersten Male im Januar 1856 an mehreren auf einander folgenden Abenden auf seiner Klärung im Urwalde in 26° 18′ 56″ südl. Br. und 30° 50′ westl. Br. von Ferro; dann ebendaselbst im Laufe des Jahres 1857 und im Jahre 1858 während eines längern Aufenthaltes in Desterro (28° südl. Breite), der Hauptstadt der brasilianischen Provinz S. Catharina, sowie mehrfach auf Reisen an der Küste. Die Erscheinung trat immer nur bei sehr reiner Atmosphäre auf, nach starkem Thau, nach Regen und Gewittern, wenn die Luft sich abgekühlt und ihres Dunstgehaltes entledigt hat. Das wallende, zitternde Licht zeigte sich 14 bis 15 Min. nach Einbruch der mit Sonnenuntergang beginnenden Verdunklung und währte 8 bis 9 Min.; dann folgt die Gluth des orangefarbenen rothen Lichtes, 40 Minuten dauernd. In den Wintermonaten Juni bis August ist sowohl die Dunkelheit unmittelbar nach Sonnenuntergang, als auch die Zeit des wallenden Lichtes kürzer als in den Sommermonaten December bis Februar, die Erscheinung bleibt aber im Ganzen dieselbe. Dieselbe ist übrigens den Eingeborenen unter dem Namen Arrebol (Abendroth) wohl bekannt.

Früher hatte Burkhart-Jezler nie einen Nachglanz des Arrebol beobachtet, vielleicht, weil die hohen Ausläufer der Serra geral den westlichen Horizont bedeckten. Dagegen war er im Juni 1858 bei Desterro Zeuge eines Nachspieles, wie er es in gleichem Glanze später nie wieder gesehen hat. „Der Feuerglanz des Arrebol war erloschen und Dunkelheit begann auch den Gipfel des Berges zu überziehen, auf welchem ich die Erscheinung mit meinem Begleiter beobachtet hatte, der Himmel war so rein, so durchsichtig wie noch nie; der Mond stand in

60° Elevation am östlichen Himmel; da begann, 55 Minuten nach Sonnenuntergang, die Helligkeit abermals zuzunehmen, der ganze sichtbare Himmel, östliche wie westliche Hälfte, war von einem magischen, gleichmäßig verbreiteten Lichte erhellt. Die Grundfarbe desselben, ein helles Meergrün, war bald an dieser, bald an jener Stelle von Goldgelb glitzernd, bald in einen bläulichen Schatten gestellt, so daß die Fläche der Himmelshalbkugel gekräuselt und in einer fortwährenden Bewegung erschien. Nach etwa 4 Minuten glättete sie sich und glich nun einem ehernen Spiegel von grünlicher Broncefarbe auf welchen der Mond mit gelbem Lichte strahlte." Da dieses Nachspiel nur bei Mondschein beobachtet wurde, so ist der Autor geneigt, dem Monde einen Einfluß darauf zuzuschreiben, obwohl die Beleuchtung im Westen intensiver war, als in der Nähe des Mondes.

Als der Verfasser noch im Jahre 1858 seinen Wohnsitz in Bahia (12° 30′ südl. Br.) nahm, konnte er drei Jahre lang keine Spur des Arrebol beobachten. Die drei Jahre 1858—60 waren indessen fast ganz regenlos. Die Verhältnisse abends nach Sonnenuntergang waren ganz andere, als in den südlichern Breiten. Die Dunkelheit trat nicht plötzlich nach Sonnenuntergang ein, sondern ein Meer von orangefarbenem glanzlosem Lichte, ohne Roth, bedeckte noch 60 bis 70 Minuten lang nachher den Westhimmel. Aber auch bei normalen Witterungsverhältnissen, wenn die Regen und Gewitter ihre allen Eingebornen bekannten Termine einhalten, walten in Bahia andere Verhältnisse ob, als weiter südlich. Während hier der Himmel sich dunkel, fast schwarzblau von der Erdoberfläche und dem Meere abhebt, ist er in Bahia zu allen Stunden mit einem Dunstnebel, wie mit einem weißen Schleier überzogen. Dieser Nebel hindert nicht, wie unsere Höhenrauch oder die Comina in Spanien, die Durchsichtigkeit der Luft, vielmehr erscheinen trotz deselben die fernsten Erhebungen deutlich am Horizonte, und der Schweif des Donati'schen Kometen dehnte sich im October und November 1858 über fast die ganze Himmelskugel aus und zeichnete sich, sobald es dunkelte, scharf auf dem strahlenden Sternenhimmel ab. Man nimmt diesen Dunst überhaupt erst dann deutlich war, wenn man das Auge auf einen dunkeln Gegenstand, den Himmel, einen Wald oder dergl. richtet, und

zwar so, daß die Gesichtslinie einen möglichst großen Winkel mit den Sonnenstrahlen bildet. Namentlich kann man gegen Mittag, wenn der Seewind sich erhebt, die wallenden weißen Schwaden auf der der Sonne abgewandten Ostseite sich vom Meere nach dem Lande hinbewegen, mit den erhitzten Lichtschichten mischen, allmälig höher steigen und in gleichem Maße durchsichtiger werden sehen. Da in Bahia das Thermometer Nachts nur bis 20°, selten auf 19 und nie unter 18° R. sinkt, andererseits aber auch zur Zeit der größten Tageswärme nur selten über 25° steigt, so wird der Wasserdampf der Luft nur langsam condensirt und die Bildung des feinen Dunstnebels sehr begünstigt. Nur der aus Patagonien wehende kalte Wind, der Pampeiro, bringt eine andauernde Aenderung der Atmosphäre, namentlich eine längere Zeit, oft wochenlang anhaltende Trübung und Bewölkung hervor.

Diesen eigenthümlichen meteorologischen Verhältnissen von Bahia schreibt nun der Verfasser auch die große Mannigfaltigkeit des Arrebol zu, die er vom Jahre 1862 an beobachtet hat, Er unterscheidet vier Hauptgruppen von Erscheinungen, die durch verschiedenen Dunstgehalt der Atmosphäre bedingt erscheinen. Rücksichtlich der ausführlichen Schilderung dieser Formen müssen wir unsere Leser auf die Abhandlung von Burkhart-Jezler selbst verweisen; nur über das, was der Verf. als eine *fünfte* Gruppe von Erscheinungen schildert, mögen hier einige seiner Angaben noch Platz finden. Diese „enthält die letzten Spuren, welche die Abendlichter nach Verlöschen ihres Glanzes am Nachthimmel zurücklassen. Sie beschränken sich nicht auf diejenigen Abende, welche durch auffällige Phänomene ausgezeichnet sind; selten geht ein Abend specifisch tropischer Heiterkeit vorüber, an dem sich nicht über einem Streifen weißen Lichtes am westlichen Horizonte ein pyramidales weißes Licht erhöbe. Seine scheinbare Höhe beträgt 22 bis 23°, sein Umriß ist meist verwaschen . . . Die Lichtintensität nimmt nach dem Rande hin strahlend zu und verliert sich nachher in matten Ausstrahlungen. Die horizontale Ausdehnung des weißen wagrechten Streifens ist bei Sonnenuntergange 100 bis 120°, nimmt aber mit fortschreitender Dunkelheit schnell auf 60° und nach und nach auf weniger Grade ab. Die auf ihm sich erhebende Pyramide hat an der Basis nur 30 und weniger Grade,

ihre Höhe bleibt während ihrer Sichtbarkeit ohne wahrnehmbare Verminderung. Die Lichtstärke der Pyramide, sowie des hellen Streifens ist am größten, wenn der Mond sie bescheint . . ." Da das Zodiakallicht nach Humboldt „der fast stete Schmuck tropischer Nächte" ist und unser Verfasser keine dem Zodiakallicht ähnliche Erscheinung außer der vorstehend beschriebenen beobachten konnte, so hält er dieses Nachspiel des Abendlichtes für identisch mit dem Zodiakallicht. Er kann aber der Ansicht, daß die Erscheinung einen kosmischen Ursprung habe, nicht beipflichten, einmal wegen des Einflusses, den das Mondlicht ausübt, und dann, weil die Höhe der Lichtpyramide vom Beginn des Thaufalles bis zum Verlöschen gleich bleibt.

Bukhart-Jezler vergleicht nun diese Abendlichter, die im Ganzen zu den seltenen Erscheinungen gehören, mit der Abendröthe in mittlerer Breite, von der er zwei von ihm in der Schweiz beobachtete, besonders schöne Erscheinungen vom 8. Juli und 2. October 1870 genauer schildert. Aehnliche Schilderungen liegen vor von W. von Bezold (Poggend. Ann. Bd. 123), Forbes, Saussure, Schlagintweit und Wolf. Schlagintweit hat auch (Optik und Meteorologie, S. 475) das Alpenglühen genauer beschrieben, bei dem in der Nähe des Mont Blanc der Volksmund fünf Phasen unterscheidet: 1. Coloration, 2. Teinte cadavreuse, 3. Résurrection, 4. Extinction, 5. Lueur nocturne.

Unser Autor glaubt, daß die Abendröthe unserer Breiten und die tropischen Abendlichter eine und dieselbe Erscheinung sind, nur daß dieselbe bei uns nicht zur vollständigen Entwickelung kommt; damit stimme auch die Ansicht der Bergbewohner überein, welche die Abendröthe in der Ebene als verkümmert bezeichnen. Auch die Wahrnehmung, daß ihre Erscheinung von der täglich wechselnden Durchsichtigkeit des Dunstkreises in der Nähe des Horizontes wesentlich abhängt, spricht dafür. Da in dieser Hinsicht gerade in mittleren Breiten die Verhältnisse besonders ungünstig sind, so erwartet Burkhart, daß auch an den Polen die Abendröthe leicht zu ihrer vollen Entwickelung gelangen könne. Zur Begründung seiner Ansicht führt unser Autor an, daß sowohl in den Tropen als in mittleren Breiten die Farben nach aufsteigenden Werthen der Brechungs-Exponenten geordnet sind, daß sie, mit Ausschluß der Grenzfarben, mit

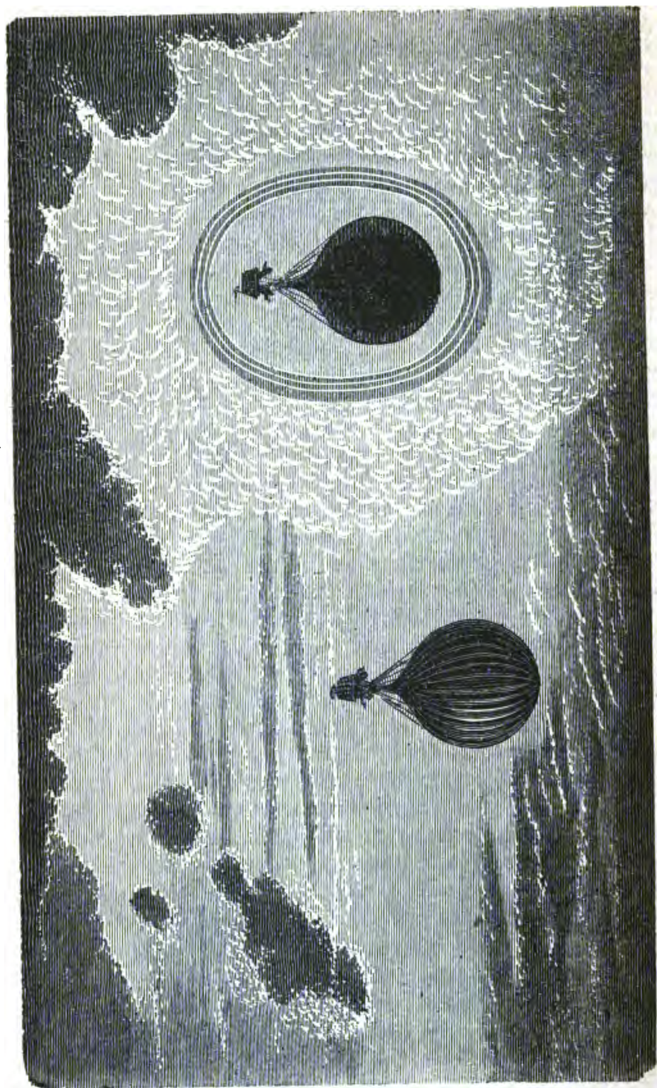
ihren Nachbarfarben gemischt und andererseits von weißem Lichte unterbrochen sind, daß ferner die meteorologischen und astronomischen Bedingungen der Erscheinungen überall die gleichen sind: Durchsichtigkeit der Atmosphäre, Anwesenheit condensirter Dämpfe in den Grenzen der Sichtbarkeit, Verminderung der Tagestemperatur und niederer Stand der Sonne. Der Verf. giebt nun eine Theorie der Abendröthe, was die Anordnung, Vermischung und Unterbrechung der Farben betrifft, wobei die schon von Clausius (Poggend. Ann. Bd. 76) zur Erklärung der blauen Farbe des Himmels, der Abend- und Morgenröthe gemachte und näher begründete Annahme von Nebelbläschen in der Atmosphäre ihm als Grundlage dient. Das Nähere dieser Theorien findet man a. a. O. S. 347 u. f.

Optische Erscheinung im Luftballon.

Eine interessante Erscheinung hat G. Tissandier auf der Ballonfahrt beobachtet, welche er am 8. Juni 1872 mit dem Contre-Admiral Roussin unternahm.*) „Um 5 Uhr 35 Min.," schreibt derselbe, „hatte der Aerostat die schönen weißen Cumuli durchschnitten, welche sich in 1900 Meter Höhe horizontal in der Atmosphäre ausbreiteten. Die Sonne war glühend, und die Ausdehnung des Gases setzte unserem Aufsteigen in höhere Regionen ein Ziel, die ich ohne Gefahr nicht erreichen konnte, da ich für das Niedersteigen nur eine geringe Menge Ballast mit mir hatte. Ich öffnete einige Mal das Ventil, um in niedere Höhen zu gelangen. In diesem Augenblicke schwebten wir über einer ausgedehnten Wolke; die Sonne warf auf dieselbe den ziemlich undeutlichen Schatten des Aerostaten, der von einer Aureole in den sieben Regenbogenfarben umgeben war. Kaum hatten wir Zeit, diese erste Erscheinung zu betrachten, als wir gegen 50 Meter hinabstiegen. Wir gingen dicht an der Seite des Cumulus vorbei, welcher sich wie ein Schirm von blendend weißer Farbe und sicherlich nicht weniger als 70 bis 80 Meter Höhe in der Nähe unserer Gondel ausbreitete.

Der Schatten des Ballons hob sich darauf als ein großer

*) Comptes rendus, 1872 juillet 1, S. 38.



schwarzer Fleck ab und projicirte sich ungefähr in natürlicher Größe. Die kleinsten Einzelheiten des Schiffchens, der Anker, das Tauwerk waren mit der Schärfe chinesischer Schattenbilder abgezeichnet. Unsere Silhouetten hoben sich scharf von dem silbernen Grunde der Wolke ab, sowie wir den Arm erhoben, thaten unsere Bilder das Gleiche. Der Schatten des Ballons war mit einer ziemlich blassen elliptischen Aureole umgeben, die aber deutlich in concentrischen Zonen die sieben Farben des Spektrums zeigten. — Die Temperatur betrug 14° C., die Höhe 1900 Meter. Die Luft war sehr klar, die Sonne sehr hell. Die Wolke, auf deren vertikaler Wand die Erscheinung stattfand, hatte ein beträchtliches Volumen und glich einem großen Schneeblock in voller Beleuchtung. Wir selbst waren von einer Art Nebel umgeben . . ."

Die hier beschriebene Erscheinung ist auch schon von andern Luftschiffern beobachtet worden.*) Man gewahrt sie auch unter andern Umständen. So kann man unter günstigen Umständen früh morgens bei niedrigem Sonnenstand den Schatten des eigenen Kopfes, von einem farbigen Heiligenschein umgeben, auf dem die Wiesen bedeckenden Nebel erblicken. Im Harze ist eine ähnliche Erscheinung wie die von Tissandier beobachtete unter dem Namen „Brockengespenst" bekannt.

Wärmelehre.

Die Messung hoher Temperaturen.

Im Osterprogramm 1873 der höhern Gewerbeschule in Chemnitz hat Prof. Adolf F. Weinhold eine Abhandluug veröffentlicht, welche den Zweck hat, auf Grund mehrerer Versuchsreihen ein Urtheil über die Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit existirender pyrometrischer Methoden zu gewinnen, beziehentlich dieselben zu modificiren. Aus dem Inhalte dieser Abhandlung geben wir hier das Wesentliche auszugsweise wieder.

Abgesehen vom Wedgwood'schen Pyrometer hat man zur

*) Comptes rendus, 1871 décbr. 26, S. 1485 und 1872 juillet 1, S. 40.

Messung hoher Temperaturen verwendet oder wenigstens in Vorschlag gebracht

1. Die Ausdehnung der Körper (dilatometrische Methode),
2. die Druckveränderungen abgesperrter Gase (Luftthermometer),
3. die Erwärmung kalter Massen durch heiße (calorimetrische Methode),
4. das Schmelzen starrer Körper,
5. Wärmeleitung und Strahlung,
6. die Aenderung der Schallgeschwindigkeit (akustische Pyrometer),
7. optische Erscheinungen,
8. Dissociation chemischer Verbindungen,
9. Elektricitätsentwickelung (thermoelektrisches Pyrometer),
10. Aenderung des elektrischen Leitungswiderstandes.

Weinhold's Aufzählung der einzelnen speciellen Instrumente und Methoden nebst den nöthigen literarischen Nachweisen kann hier nicht reproducirt werden, vielmehr müssen wir unsere Leser in Bezug hierauf auf die Originalarbeit verweisen. Das Gleiche gilt rücksichtlich der Beschreibung einiger Hilfsvorrichtungen, des Quecksilberreinigungsapparates, der Rührvorrichtung für Flüssigkeiten, des Gasdruckregulators, des Kathetometers und der Füllung der Manometer- und Barometerröhren. Die von Weinhold neben einer Geißler'schen und einer Töpler'schen benutzte Quecksilberluftpumpe ist bereits früher beschrieben worden. Nur das Luftthermometer, welches benutzt wurde, um die Temperaturen zuverlässig zu ermitteln und danach die Angaben der Apparate zu controliren, welche geprüft wurden, soll hier beschrieben werden, ehe wir zur Besprechung dieser Prüfungen selbst übergehen.

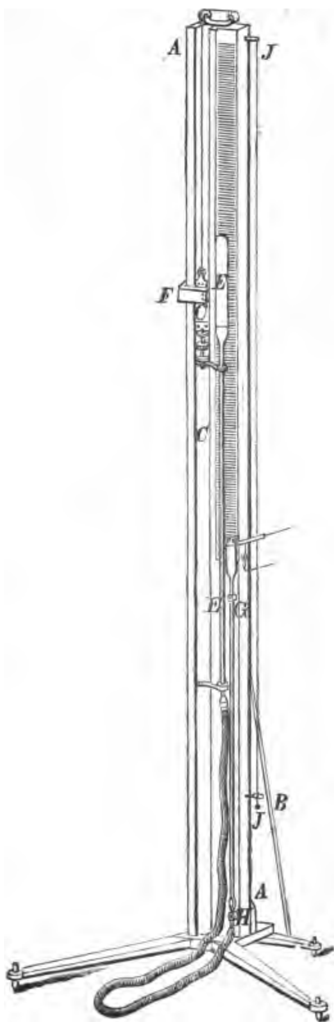
Luftthermometer. Es wurden ausschließlich solche Luftthermometer verwandt, die nach dem von Regnault in erster Linie empfohlenen Princip auf der Messung des Druckes einer Luftmasse beruhen, deren Volumen annähernd constant gehalten wird. Die nähere, von den üblichen Formen mehrfach abweichende Einrichtung ist aus Fig. 12 ersichtlich.

Ein gußeiserner Dreifuß mit Stellschrauben trägt eine mittels des Lothes J vertikal zu stellende Holzsäule AA von rechteckigem Querschnitt, an deren Rückseite eine eiserne Strebe B

befestigt ist, um ihr die nöthige Stabilität zu geben.

In schwalbenschwanzförmigen Nuthen bewegen sich an dieser Säule zwei durch eine über zwei Rollen laufende Schnur mit einander verbundene Schieber, von denen die Figur nur den auf der Vorderseite befindlichen CC zeigt. Derselbe besteht aus zwei Theilen, einem kürzeren oberen und einem längeren unteren Stück, die beide durch eine Mikrometerschraube verbunden sind. Der untere Theil trägt an zwei Messingarmen die bewegliche Manometerröhre E und wird durch das Gewicht des mit Quecksilber gefüllten Rohres und daran sitzenden Schlauches nach unten gezogen, während der obere Theil von C durch ein Gewicht aufwärts gezogen wird, das an dem auf der Rückseite befindlichen Schieber angebracht ist und welches bei mittlerer Stellung des Schlittens CC diesen ungefähr balancirt. Zur Festhaltung des Schlittens CC dient ein Bügel F, der auf der Rückseite eine Preßschraube trägt. Als Skala dient ein in Millimeter getheilter starker Glasstreifen mit versilberter Rückseite;

Fig. 12.



die Theilstriche sind so lang, daß sowohl die bewegliche Manometerröhre E, als auch die feste G neben einander vor ihnen liegen können. Beide Röhren sind da, wo sich die Quecksilberkuppen befinden, 12 Millim. weit im Lichten, unten nur etwa halb so weit. Die Quecksilberkuppen liegen also ziemlich weit entfernt von der Skala. Deshalb wurde folgendes Verfahren zur Ablesung eingeschlagen:

Ein Gasbrenner mit breiter Flamme, an der Vertikalsäule leicht verschiebbar, steht in einiger Entfernung vor der Spiegelskala, rechts vom Beobachter, der den Brenner und das Auge in solche Stellung bringt, daß die Quecksilberkuppen und ihr Spiegelbild dunkel erscheinen auf dem hellen Hintergrunde des Spiegelbildes der Flamme, während zugleich dicht neben der Manometerröhre in gleicher Höhe mit den Quecksilberkuppen ein leuchtender Punkt erscheint, nämlich ein ganz kleines Bild der Gasflamme, die sich erst in der Sclerotica des Auges und dann in der Skala spiegelt. Dieses helle Bildchen ist auch bei ganz mangelhafter Accommodation des Auges gut sichtbar, so daß man es mit beobachten kann, wenn man Quecksilberkuppen und Skala fixirt, während es schwierig ist, dem Auge dadurch die richtige Stellung zu geben, daß man das Spiegelbild der Pupille mit dem fixirten Theilstriche zur Deckung bringt.

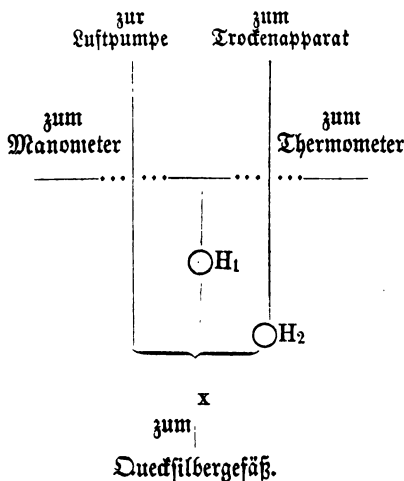
Was die beiden Manometerröhren E und G anlangt, so ist in ersterer der leere Raum sehr geräumig, 15 bis 20 Centim. lang, um jede Depression durch etwa noch vorhandene Luftspuren zu vermeiden. Die feste Röhre G ist über dem Nullstriche der Skala stark verengt, damit nur ein ganz kleines Luftvolumen über dem Quecksilber bleibt, welches vor der Verbindung beider Röhren bestimmt wurde. Der obere, capillare Theil dieses Manometerrohres ist horizontal umgebogen. Zur Verbindung beider Röhren dient ein mit Wolle umklöppelter *schwarzer* Kautschukschlauch. Durch den Hahn H kann die Communication beider Röhren gesperrt werden.

Beim Gebrauche wird der Schlitten CC immer so gestellt, daß das Niveau des Quecksilbers in G constant bleibt. Zur Verbindung des letzteren Rohres mit dem Luftthermometergefäße und der Quecksilberluftpumpe dient ein T förmiges Verbindungsstück aus Thermometerröhren, die nur an den Enden soviel erweitert sind, als nöthig, um dünnwandige capillare Glasröhren

ankitten zu können, welche durch ihre Biegsamkeit die erforderlichen Bewegungen gestatten.

Zur Anstellung von Beobachtungen bei hohen Temperaturen wurden in der kgl. Porzellanfabrik in Meißen cylindrische Porzellanröhren mit halbkugeligen Enden und etwa 16 Centm. langem Rohr angefertigt; der Inhalt des etwa 75 Millim. langen und 25 Millim. dicken Gefäßes beträgt etwa 20 Cubik-Centim., der des Rohres 3/4 Cubik-Centim. Auch solche Gefäße halten in hohen Temperaturen nicht absolut dicht: es wurde z. B. das eine bei 0° mit Wasserstoff von 273 Millim. Druck gefüllt, zum lebhaften Glühen erhitzt und wieder auf 0° abgekühlt; bei zweimaliger Wiederholung dieses Verfahrens sank der Druck bis 259 Millim. Indessen ist bei atmosphärischer Luft die Diffusion äußerst gering, weshalb Weinhold immer nur diese anwendete, nachdem er sie durch Kalilauge, dann dreimal durch englische Schwefelsäure und schließlich noch über schneeige, wasserfreie Phosphorsäure geleitet hatte, um sie von Kohlensäure und Wasser zu befreien.

Um das Evacuiren und Neufüllen des Gefäßes nach jedem Glühen leicht vornehmen zu können, mußte die Verbindung des Manometers mit der Luftpumpe und dem Lufttrocknungsapparate erhalten bleiben. Zu dem Zwecke wurde an dem T förmigen Rohre unterhalb der Abzweigungsstelle des einen Rohrstückes ein (in der Fig. sichtbarer) Hahn angebracht, und jenseits desselben theilte sich das Rohr in drei Zweige, von denen zwei zum Evacuiren und zur Zuführung trockener Luft dienen,



der dritte aber nach einem beweglichen Quecksilbergefäße führt, durch dessen Heben man Quecksilber in die Röhren treiben und damit die Bohrung des Hahnes und das darüber befindliche Rohrstück bis zur Vergleichungsstelle ausfüllen kann, ehe man den Hahn sperrt. Soll das Thermometer evacuirt und neu gefüllt werden, so erniedrigt man durch Senken des beweglichen Gefäßes das Quecksilberniveau in den drei Röhren soweit, daß sie wieder mit einander communiciren. Die Anordnung dieser Theile deutet das beistehende Schema an, wo H_1 und H_2 Hähne bedeuten. Das Quecksilbergefäß wurde am obern Ende einer langen Holzschiene angebracht, die unten mittels eines Scharnieres an der Kante cc des eisernen Fußstückes Fig. 12 befestigt war, und sich um diese drehen läßt. Vom Gefäße geht ein Glasrohr nach dem unteren Ende der Schiene und ist dann durch ein kurzes Kautschukrohr mit x verbunden; durch Neigen und Wiederaufrichten der Schiene senkt und hebt man das Quecksilbergefäß.

Bezeichnet man nun durch

V das Volumen des Luftthermometergefäßes beim absoluten Nullpunkt (—273° C.),

α den cubischen Ausdehnungscoefficienten dieses Gefäßes,

$v', v'', v''', \ldots$ die Volumina einzelner Theile des Rohres, welches das Gefäß mit dem Manometer verbindet, und des Luftraumes im Manometer,

$t', t'', t''', \ldots$ die absoluten Temperaturen dieser Räume während der Messung,

T die absolute Temperatur des Gefäßes,

$\mathfrak{t}', \mathfrak{t}'', \mathfrak{t}''', \ldots, \mathfrak{T}$ die entsprechenden Temperaturen während einer Normalbeobachtung, wenn sich das Gefäß in Eis oder Wasserdampf befindet,

P den Druck bei der Messung und

$\mathfrak{P}$ denjenigen bei der Normalbeobachtung,

so gilt nach dem Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetze die Gleichung

$$P\left[V\frac{1+\alpha T}{T}+\frac{v'}{t'}+\frac{v''}{t''}+\cdots\right]=\mathfrak{P}\left[V\frac{1+\alpha\mathfrak{T}}{\mathfrak{T}}+\frac{v'}{\mathfrak{t}'}+\frac{v''}{\mathfrak{t}''}+\cdots\right],$$

und wenn man

$$\frac{1+\alpha T}{T}=\tau,\ \frac{v'}{V}=\varphi',\ \frac{v''}{V}=\varphi'',\cdots$$

setzt, so ist

$$\tau = \frac{\mathfrak{P}}{P}\left[\frac{1+\alpha\mathfrak{T}}{\mathfrak{T}} + \frac{\varphi'}{t'}\frac{\varphi''}{t''} + \cdots\right] - \frac{\varphi'}{t'} - \frac{\varphi''}{t''} - \cdots$$

und

$$T = \frac{1}{\tau - \alpha}.$$

Weinhold hat die mit diesem Luftthermometer ausgeführten Messungen nicht im Detail mitgetheilt; nur über die Bestimmung des Siedepunktes des Zinkes hat er einige Angaben gemacht. Diese Bestimmung wurde mit einem Porzellangefäße, wie es zu den übrigen Temperaturbestimmungen diente, vorgenommen, um eine Controle für die Richtigkeit der Messungen zu erhalten. Zur Verwendung kam Zincum purissimum von de Haen in List, das bei der Analyse nur eine kaum nachweisbare Spur Blei zeigte. Dasselbe kam in einen Chamottetiegel, in dessen Oeffnung ein etwas kleinerer Tiegel ohne Boden möglichst genau eingepaßt war. Das Porzellangefäß befand sich innerhalb beider Tiegel. Die Erhitzung erfolgte in einem Perrot'schen Gasofen kleinster Art von Wießnegg. Das Resultat der Versuche und Beobachtungen, deren nähere Beschreibung wir hier übergehen, war T = 1308°, so daß hiernach der Siedepunkt des Zinkes = 1035° C. gefunden wurde, ziemlich genau übereinstimmend mit den von Deville und Troost gefundenen Werthen 1039° und 1040°, welche wohl die am genauesten gemessene hohe Temperatur darstellen.

Wir wenden uns nunmehr zur Besprechung der Prüfungen, die Weinhold mit verschiedenen Pyrometern angestellt hat.

Pyrometer nach Gauntlett. Dieses Pyrometer gehört zu der zahlreichen Classe derjenigen, deren Einrichtung auf der ungleichen Ausdehnung verschiedener Metalle beruht. Bei dem Instrumente, welches sich Gauntlett, Neustadt, Belleville und Desbordes*) patentiren ließen, kamen concentrische Röhren aus Stahl und Kupfer in Anwendung. Oechsle**) hat nachher die Priorität der Gauntlett'schen Construction in Anspruch genommen, die er schon zwanzig Jahre

*) Génie industriel, 1860 mai, S. 268. Dingler's polytechn. Journ. Bd. 157. S. 279.

**) Dingler's polytech. Journ. Bd. 160, S. 112. Später hat Oechsle eine etwas geänderte Einrichtung beschrieben: Dingler's polytechn. Journ. Bd. 196, S. 218.

früher, nur mit Messing statt mit Kupfer, ausgeführt zu haben angiebt.

Weinhold's Versuche wurden mit einem von Carl Bock in Magdeburg nach dem Gauntlett'schen Princip aus Eisen und Messing construirten Pyrometer angestellt, das sich von dem eigentlichen Gauntlett'schen dadurch unterscheidet, daß das Eisen nicht den äußern, sondern den innern Theil bildet und in Stab= statt in Röhrenform verwendet wird. Der der Hitze auszusetzende Theil des Instrumentes ist eine 35 Centim. lange, 16 Millim. starke Messingröhre, in der ein 6 Millim. dicker Eisenstab am untern Ende befestigt ist. Das obere Ende dieses Stabes wirkt durch einen Hebel mit verstellbarer Armlänge auf ein Getriebe, das einen Zeiger auf einer kreisförmigen Skala bewegt, deren Theile für höhere Temperaturen kleiner werden und die bis 600° reicht.

Das Pyrometer erreichte nur sehr langsam einen stationären Stand; in Schnee fiel es anfangs auf — 30° und erreichte nach 35 Minuten den stationären Stand von — 10°, in Dampf von 99°,3 erreichte es erst 135° und ging in 25 Min. auf 52° herab. Mit dem Luftthermometer wurden folgende vergleichende Ablesungen erhalten.

Luftthermometer	= 507,	13,	328	533	227	330	20
Pyrometer	= 325	—10	162	362	98	170	—10.

Danach zeigte das Pyrometer in Schnee —30°, in Luft von 14° aber —27°.

Hierauf wiederholt erhitzt und auf 14° abgekühlt, zeigte es

fast glühend 415°, abgekühlt + 22°,
deutlich glühend 475°, „ + 15°,
„ „ 470°, „ + 15°,
„ „ 500°, „ + 15°.

Eine nachher vorgenommene neue Vergleichung mit dem Luftthermometer gab:

Luftthermometer	= 407	20	319	441	12	471	348	12	0
Pyrometer	= 310	10	200	308	8	345	220	6	— 2.

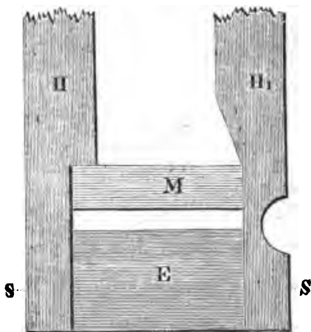
Die Zuverlässigkeit des Instrumentes ist hiernach sehr gering; seine Angaben sind nicht nur falsch, sondern auch zu verschiedenen Zeiten verschieden.

Bei der Gauntlett'schen Originalconstruction wird wegen

umgekehrter Anordnung der Metalle bei Temperaturänderungen anfangs ein Zurückbleiben oder eine Bewegung in verkehrter Richtung eintreten; bessere Resultate als die Bock'sche Modification wird dieselbe wahrscheinlich auch nicht geben.

Bock's Pyrometer.*) Bei diesem sind die beiden sich verschieden ausdehnenden Metallstücke, Eisen und Messing sehr klein, liegen nahe bei einander und veranlassen direct eine Hebelbewegung. Eine verschiedene Temperatur der verschiedenen Theile dieses Hebels wird nur eine geringe Aenderung seiner Länge bewirken, die von ungleich schwächerem Einflusse ist, als die Längenänderungen eines Stabes, der eine Bewegung in seiner eigenen Längsrichtung zu übertragen hat.

Fig. 13.



Die wesentlichsten Theile des Instrumentes zeigt Fig. 13. H und H_1 sind zwei Eisenstäbe von ungefähr 34 Centim. Länge, welche durch ein Paar Schrauben S an ein parallelepipedisches Eisenstück E befestigt sind; zwischen H und H_1 ist noch das parallelepipedische Messingstück M geklemmt. Der Stab H_1 ist durch einen halbcylindrischen Ausschnitt biegsam gemacht. Der Ueberschuß der Ausdehnung des Messings über die des Eisens treibt nun beim Erwärmen die Stäbe H und H_1 auseinander; H ist mit seinem Ende an der Wandung einer messingenen Dose befestigt und trägt die Theile M, E und H_1, die Bewegung des Endes von H_1 wird durch ein in der Dose enthaltenes Hebel- und Räderwerk auf einen Zeiger übertragen, der sich auf einer kreisförmigen Skala bewegt, die Bewegung der Zeigerspitze ist ungefähr 48 mal so groß als die des Endes von H_1. Die beiden Eisenstäbe sind von der Dose an bis nahe an das Messingstück M umhüllt

*) Dingler's polytechn. Journ. Bd. 195, S. 312. Polytechn. Centralbl. 1871, S. 461.

von einem Messingrohre von elliptischem Querschnitte, das an H befestigt ist.

Zur Prüfung wurde das Pyrometer zusammen mit dem Porzellanluftthermometer in einer Muffel erhitzt; dabei ergaben sich folgende Zahlen:

Luftthermometer =	305	464	472	526	636	347	478	565	716
Pyrometer =	(125)	(245)	(250)	(298)	352	(225)	210	330	400;

bei den eingeklammerten Ablesungen war die Temperatur noch nicht lange stationär. Im Allgemeinen dauert es bei der großen Metallmasse ziemlich lange, ehe das Pyrometer die richtige Stellung annimmt, auch muß man der Bewegung des Zeichers durch Klopfen nachhelfen.

Oechsle's Spiralpyromer. Dieses Pyrometer ist nach Art der Breguet'schen Metallthermometer construirt; anfangs*) verwendete Oechsle Stahl und Messing, später**) Platin und Silber. In einer eisernen Röhre befindet sich eine Spirale aus Platin und Silber, welche sich bei Temperaturänderungen auf- oder zuwindet; das eine Ende ist fest, das andere sitzt an einer in der Achse der Spirale liegenden Spindel, welche einen Zeiger trägt, der auf einer Kreisskala spielt, deren Theile gleich groß sind und die von 0° bis 500° C. reicht. Damit durch Oxydation keine Vergrößerung der Reibung eintritt, sind alle reibenden Theile von Feinsilber gefertigt.

Das von Weinhold geprüfte Instrument zeigte, nachdem es jedesmal stationair geworden,

		wahre Temperatur	Abweichung
in Eis	1°,5 .	0°,0 C . .	+ 1°,5
„ Wasserdampf .	111, 5 .	99, 4 . .	+ 12, 1
„ Eis	2, 0 .	0, 0 . .	+ 2, 0
„ Wasserdampf .	109, 0 .	99, 4 . .	+ 9, 6.

Hierauf wurde das Instrument zusammen mit einem Luftthermometer erhitzt, dessen Gefäß aus einer gewöhnlichen Glasröhre von gleicher Länge mit dem zur Erwärmung bestimmten Theile des Pyrometers bestand. Die Resultate waren:

*) Dingler's Journ. Bd. 60 (1836), S. 191.

**) Berg- u. hüttenmännische Ztg. 1870, No. 36. Ein solches Instrument mit elektrischer Signalvorrichtung zur Markirung bestimmter Temperaturen ist in Dingler's Journ. Bd. 200, S. 21 beschrieben.

Luftthermometer =	277	272	273	311	352	404	257	15	316	362
Pyrometer =	325	315	310	338	372	401	275	—7	336	381.

Nach weiterer Erwärmung auf 475 Pyrometergrade zeigte das Instrument

in Eis . . — 52°.

Aehnliche Veränderungen hat auch der Ingenieur Schneider, der in der sächs. Maschinenbau-Anstalt (ehemals Richard Hartmann) in Chemnitz mit Ermittelung der Leistungsfähigkeit verschiedener Heizungsanlagen beschäftigt ist, an drei anderen Pyrometern gleicher Construction wahrgenommen; jede starke Erwärmung bringt dauernde Deformationen der Spirale hervor, das Instrument ist daher ganz unzuverlässig.

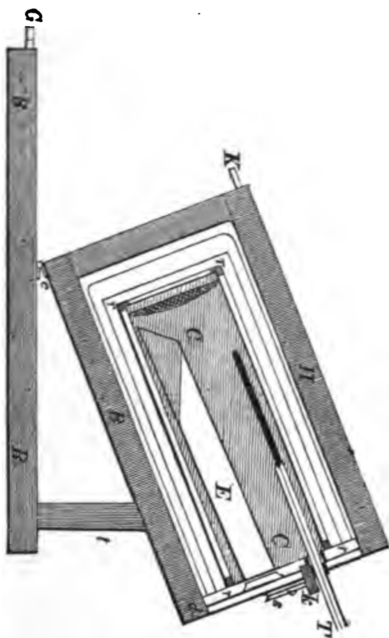
Wegen des großen Nutzens, den ein zuverlässiges, wenn auch wenig empfindliches Pyrometer mit directer Ablesung für die Technik haben würde, hat Weinhold noch weitere Untersuchungen darüber angestellt, ob sich ein solches Instrument auf die Ausdehnung starrer Körper gründen läßt. Durch diese Versuche und durch die an den vorstehend besprochenen Pyrometern gemachten Erfahrungen glaubt er sich nun zu dem Ausspruche berechtigt, „daß es nicht möglich sein wird, die Verschiedenheit der Ausdehnung zweier starren Körper zu zuverlässigen Bestimmungen hoher Temperaturen zu verwerthen.“ Indessen läßt er die Möglichkeit offen, „die nach verschiedenen Achsen verschiedene Ausdehnung anisotroper Krystalle zur Messung von Temperaturen, wenigstens bis zu mäßiger Höhe, zu verwenden.“ Versuche an Quarz haben freilich ein negatives Resultat gegeben, doch wird möglicherweise Zirkon brauchbarer sein.

Calorimetrische Bestimmung hoher Temperaturen. Die Ermittelung der Temperatur eines erhitzten Körpers aus der Wärmemenge die er an eine Flüssigkeit abgiebt, ist wohl zuerst von Coulomb*) angewandt worden, um die bei der Härtung von Stahlstäben zu Magneten gebrauchten Hitzegrade zu messen. Clement und Desormes**) haben nach diesem Verfahren die Temperatur von Feuerungsgasen

*) Poggend. Ann. Bd. 14, S. 530.
**) Dingler's polytechn. Journ. Bd. 33, S. 145.

bestimmt. Schwarz*) hat dasselbe gethan und dabei theils Eisen und Wasser, theils Platin und Quecksilber angewandt. Wilson**) empfiehlt als zu erhitzende Körper Kugeln von feuerfestem Thon, die in Wasser abgelöscht werden sollen. Bystrom***) hat sich 1862 in England ein auf diesem Princip beruhendes „Hydropyrometer" patentiren lassen und eine mit Berücksichtigung der Aenderung der specifischen Wärme entworfene Tabelle gegeben.

Fig. 14.



Der Hauptübelstand, an dem diese Methode leidet, ist der, daß die specifische Wärme der zur Verwendung kommenden Körper bei hohen Temperaturgraden nicht hinlänglich bestimmt ist. Diesen Mangel hat Weinhold dadurch zu begegnen gesucht, daß er für die beiden von ihm verwendeten Substanzen, Platin und Eisen, die specifische Wärme genauer bestimmte. Hierzu bediente er sich eines Calorimeters,

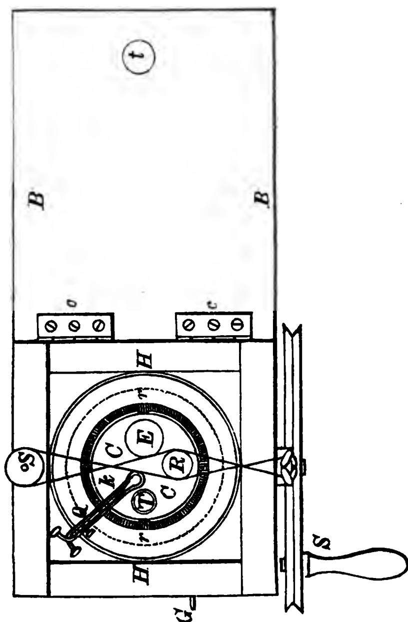
*) Bull. de la Soc. de Mulhouse. t. 1, (1826), S. 52 (2. éd. 1832, t. 1, S. 45).

**) Civil Engineers Journ. 1852, July, S. 210. Philos. Mag., IV. Ser., vol. IV· S. 57. Dingler's polytechn. Journ. Bd. 125, S. 432.

***) Mechanics Journ., 2. Ser., Vol. 8, S. 15.

welches keineswegs zu Bestimmungen der specifischen Wärme im Allgemeinen dienen soll, sondern nur zu Temperaturbestimmungen mittels Metallkugeln bestimmt ist. Die Figuren 14 und 15 zeigen dasselbe im Durchschnitte und von oben gesehen. Das cylindrische Gefäß aus ganz dünnem Messing CC ist oben durch einen Deckel mit 4 Oeffnungen geschlossen. In die eine derselben ist das Thermometer T luftdicht eingesetzt, die zweite trägt ein Stückchen Kautschukschlauch k, der durch den Quetschhahn Q zu verschließen ist; im dritten ist die zum Einbringen der Kugel bestimmte, unten schräg zugeschnittene Röhre E eingesetzt; die vierte Oeffnung endlich trägt eine ganz enge Röhre, welche die Achse einer Rührvorrichtung umgiebt, deren Schnurrad R ist. Im Innern von CC liegt unterhalb des Rührapparates ein dünnes, weitmaschiges Drahtnetz. Das Gefäß CC selbst steht auf vier Vorsprüngen des Holzringes rr, die an dem inneren von zwei concentrischen Weißblechcylindern befestigt sind, welche wieder in einem Glascylinder stehen, der in einem viereckigen Holzkasten HH durch Korkstücke festgeklemmt ist. Ein mit passender Oeffnung versehener Deckel d schützt das Gefäß CC gegen Wärmestrahlung von oben. Der

Fig. 15.



Kasten HH läßt sich auf dem Brete BB um die Scharniere cc drehen; in geneigter Stellung wird er durch einen Träger t gestützt, in aufrechter Stellung hält ihn die Klinke K, in welche die mit der Hand zurückzudrückende Feder G eingreift. Endlich zeigt die Figur noch das Schnurrad S mit Kurbel, welches an einer Seitenwand von HH angebracht ist; eine dünne Schnur geht von diesem Rade durch zwei gläserne Oesen über R und eine Leitrolle s.

Beim Gebrauch richtet man das Calorimeter auf, öffnet den Quetschhahn Q und füllt es durch E ganz mit Wasser, schließt dann Q und entleert das Rohr E zum größten Theil wieder von Wasser durch Saugen mittels einer Pipette, die mit einem Ansatze versehen ist, welcher sich auf den Deckel d auflegt; in E bleibt nur noch soviel Wasser, daß beim Schräglegen des Calorimeters keine Luftblase in CC eintritt. In der geneigten Lage wird die erhitzte Kugel in E eingeworfen, dann das Calorimeter rasch aufgerichtet und der Rührapparat in Thätigkeit gesetzt. Das Thermometer wird bald stationär. Zum Herausziehen der Kugel dient ein besonderer rohrförmiger Kugelzieher.

Weinhold experimentirte mit einer Platin- und mit einer schmiedeeisernen Kugel. Er erhielt dabei folgende Resultate.

Platinkugel, Gewicht = 9 gr., 631.

Wasserwerth des Calorimeters	Temperatur der Kugel t_2	Calorimeter		Abgegebene Wärmemenge pro 1 kgr. Substanz W	Mittlere specifische Wärme $\frac{W}{t_2-t_1}$
		Endtemperatur t_1	Anfangstemperatur		
183 gr.,0	952°	17°,28	15°,64	31,160	0,03333
	934	22,35	20,72	30,973	0,03396
	766	23,61	22,29	25,086	0,03381
	705	20,655	19,455	22,801	0,03333
	507	25,435	24,61	15,679	0,03253
	478	24,64	23,87	14,630	0,03230
	476	23,47	22,71	14,443	0,03188
	256,8	17,20	16,77	8,172	0,03411
	246,4	16,915	16,49	8,078	0,03520
	238,5	16,49	16,08	7,787	0,03508
180 gr.,4	99,1	10,359	10,203	2,918	0,03290
	99,1	10,198	10,043	2,907	0,03270
	99,1	10,039	9,882	2,938	0,03207

Aus den Zahlen der letzten Columne zieht Weinhold den Schluß, daß für pyrometrische Zwecke die specifische Wärme des Platins als constant anzusehen ist.

Schmiedeeisen.

Die specifische Wärme der zur Verwendung gekommenen Eisensorten ließ sich durch die Formel

$$c_t = c_0 + at + \beta t^2$$

darstellen, wo t die Temperatur bedeutet und die Constanten die Werthe haben

$$c_0 = 0{,}105907$$
$$\alpha = 0{,}00006538$$
$$\beta = 0{,}000000066477.$$

Die Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung erhellt aus der auf der folgender Seite abgedruckten Tafel.

Um aus den Beobachtungen am Calorimeter die Temperatur zu ermitteln berechnet man sich am besten eine Tabelle, welche die Wärmemengen angiebt, welche zur Erwärmung der Gewichtseinheit des Eisens von 0° auf verschiedene Temperaturen nöthig sind. Man berechnet aus dem Ergebnisse des Calorimeterversuches die Wärmemenge, welche ein Kilogr. Eisen abgeben würde, fügt den der Endtemperatur entsprechenden Werth hinzu und entnimmt nun für die Summe aus der Tabelle den Werth von t. Für die untersuchte Eisensorte giebt Weinhold folgende Tabelle:

t	W	t	W	t	W	t	W
5	0,53	50	5,38	300	35,31	600	80,10
10	1,06	100	10,94	350	42,02	700	97,75
15	1,60	150	16,70	400	49,01	800	116,99
20	2,13	200	22,67	450	56,30	900	137,95
25	2,67	250	28,87	500	63,90	1000	160,76.

Zwar können bei solchen Bestimmungen der Temperatur noch Fehler von $^1/_{20}$ der zu messenden Gradzahl vorkommen; diese sind aber bei dem heutigen Stande der Pyrometer nicht von Belang. Um die Methode praktisch zu verwerthen, wird es nun nöthig sein, eine Untersuchung verschiedener Sorten Eisen und Platin, auch anderer Körper, unter Anwendung größerer Massen und eines größeren Apparates anzustellen.

Wasserwerth des Calorimeters	Temperatur der Kugel t_2	Calorimeter Endtemperatur t_1	Calorimeter Anfangstemperatur	Gewicht der Kugel	Abgegebene Wärmemenge pro 1 kgr. Substanz W	Mittlere specifische Wärme $\frac{W}{t_2 - t_1}$ gefunden	Mittlere specifische Wärme $\frac{W}{t_2 - t_1}$ berechnet
183 gr.,0	900°	25°,23	22°,20	4,045	137,08	0,1567	0,1546
	874	27,80	24,75	4,202	132,84	0,1570	0,1529
	736	22,83	20,49	4,224	101,37	0,1422	0,1431
	697	19,53	17,42	4,053	95,26	0,1407	0,1404
	522	26,285	24,885	4,024	63,67	0,1284	0,1302
	490	25,16	23,80	4,246	58,62	0,1261	0,1283
	475	24,275	22,99	4,180	56,27	0,1248	0,1275
	248,1	18,08	17,48	4,241	25,89	0,1126	0,1161
	247,2	17,50	16,91	4,176	25,86	0,1126	0,1160
	235,2	19,585	19,035	4,176	24,11	0,1118	0,1156
180 gr.,4	99,1	9,880	9,654	4,019	10,15	0,1138	0,1117
	99,1	9,591	9,349	4,241	10,30	0,1151	0,1097
	99,1	9,344	9,111	4,176	10,06	0,1120	0,1097

Dissociations-Thermometer und Pyrometer. Bei diesen im VI. Jahrg. dieses Jahrb. S. 132 beschriebenen Instrumenten wird als Maaß für Temperaturen die Maximalspannung eines Gases benutzt, welches sich entwickelt durch Dissociation einer Verbindung, deren einer Bestandtheil ein starrer Körper ist. Lamy geht dabei von der Voraussetzung aus, daß die Spannung des Gases, welches von einem unter dem Einflusse der Wärme theilweise zersetzten Körper ausgeht, unabhängig von Volumen dieses Gases oder von der Capacität des Gefäßes ist, welches dasselbe einschließt, und nur von der Temperatur abhängt, derart, daß bei constanter Temperatur auch die Dissociationsspannung constant bleibt. Es ist nach Lamy eine Maximalspannung, wie die des gesättigten Wasserdampfes.

Weinhold hat nun zunächst mit dem von Lamy für niedere Temperaturen von 0° bis 40° angewandten Chlorcalcium-Ammoniak Versuche angestellt. Es gelang indessen nicht ganz, den der von Lamy gegebenen Formel $CaCl_2,8NH_3$ entsprechenden Ammoniakgehalt zu erreichen: nachdem 14 Stunden lang bei 0° getrocknetes Ammoniak über 1,9165 Gramm geschmolzenes Chlorcalcium geleitet worden, waren 2,252 statt 2,3554 Gramm Ammoniak aufgenommen worden, jedenfalls in Folge des niedrigeren Barometerstandes am Beobachtungsorte gegenüber dem von Paris. Das erhaltene Produkt entwickelte schon bei gewöhnlicher Zimmertemperatur lebhaft Ammoniak.

Zur Prüfung der Dissciationserscheinungen hatte Weinhold einen besonderen Apparat construirt, der in der Originalabhandlung näher beschrieben ist. Was das Resultat der Versuche anlangt, so zeigte sich zunächst, „daß der Eintritt des Gleichgewichtszustandes bei irgend einer Temperatur so lange Zeit erfordert, daß schon aus diesem Grunde eine Verwendung der Dissociation zu Temperaturmessungen unstatthaft erscheint.“ Bei ganz allmäliger Erhöhung und nachheriger Erniedrigung der Temperatur erhielt man folgende Werthe der Temperatur und des Druckes:

steigende Temperatur		fallende Temperatur.	
0°,0 C.	120,5 Millim.	21°,5 C.	599,0 Millim.
10 ,8	209,2 „	16 ,3	43,60 „

11°,6 C.	239,0	Millim.	9°,9 C.	310,0	Millim.
13 ,0	259,6	„	0,0	169,5	„
15 ,7	295,0	„			
17 ,8	320,0	„			
21 ,4	380,0	„			
30 ,4	572,0	„			
36 ,8	899,0	„			
43 ,4	1283,0	„			

Wie langsam die Absorption des entwickelten Ammoniakgases von statten geht, erhellt daraus, daß bei der erwähnten Versuchsreihe das Gefäß mit dem Chlorcalcium-Ammoniak um 4 Uhr 50 Min. mit Eis umgeben wurde, der Druck aber um 5 Uhr noch 193 Millim. betrug und erst um 6 Uhr 15 Min. auf 169,5 Millim. herabgesunken war.

Es wurde dann weiter noch das Verhalten des kohlensauren Kalkes untersucht, den Lamy, auf den Arbeiten Debray's fußend, für seine Pyrometer benutzt. Die Versuche Weinhold's führten indessen auf wesentlich andere Resultate als die Debray's: es wurde in allen Fällen ein weit höherer Druck als von Debray beobachtet, vielfach waren plötzliche Verzögerungen im Anwachsen des Druckes oder abwechselndes Ab- und Zunehmen desselben ohne merkliche Temperaturschwankungen wahrzunehmen. Für eine Discussion des Dissociationsvorganges hält zwar Weinhold das vorliegende Material für ungenügend, „es zeigt aber einen so entschiedenen Einfluß der Kohlensäureentziehung auf die Spannung, daß von einer Verwendung zu pyrometrischen Zwecken schlechterdings nicht die Rede sein kann.“

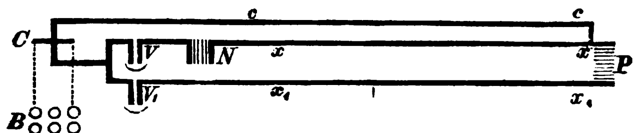
Siemen's Widerstands-Pyrometer. Die Aenderung des galvanischen Leitungswiderstandes der Metalle ist zu Temperaturmessungen wohl zuerst von William Siemens*) bei der Construction seines Compensationsthermometers für Tiefseemessungen verwendet worden. Für pyrometrische Zwecke hat sie außer Siemens auch Reißig in Ausführung einer Idee von Quincke im Jahre 1863 benutzt.**)

*) Philos. Magazine, IV. Ser., vol. 21. Poggend. Ann. B. 129, S. 647. Polytechn. Centralbl. 1869, S. 1029.

**) Die Idee von Reißig ist im Journ. f. Gasbeleuchtung 1863, S. 289 u. in Dingler's Journ. Bd. 171, S. 351, des Siemens'schen

Das Siemens'sche Widerstands-Pyrometer, das uns Fig. 16 schematisch andeutet,*) besteht aus einer Batterie B (6 Leclanché-

Fig. 16.



Elemente), dem Commutator C, zwei Differential-Voltametern V und V_1 und zwei Widerständen, von denen der eine N aus Neusilber besteht und die gewöhnliche Temperatur behält, während der andere aus Platin bestehende P der zu messenden Temperatur ausgesetzt wird. Die Verbindungsweise dieser Theile zeigt das Schema Fig. 16. Die Batterie ist in einem Holzkasten und tragbar, C, N, V und V_1 sind auf einem Stativ befestigt und mit dem in einer Eisenhülle eingeschlossenen Widerstand P durch drei in ein Kabel vereinigte Leitungsdrähte cc, xx und x_1x_1 von 22,9 Meter Länge verbunden. Der Neusilberwiderstand beträgt 17 Siemens-Einheiten, jeder der drei Leitungsdrähte hat 1 Einheit, jedes Voltameter 2, der Platinwiderstand bei 0^0 10 Einheiten. Der Platindraht ist auf einen mit Schraubengewinde versehenen Porzellancylinder gewickelt und mit einem Mantel aus starkem Platinblech umgeben. Für die Aenderung des Leitungswiderstandes R des Platins giebt Siemens die Formel

$$R_t = R_0 \left[\alpha \, (t + 273)^{1/2} + \beta \, (t + 273) + \gamma\right],$$

worin t die Temperatur in Graden Celsius

$$\alpha = 0{,}039369$$
$$\beta = 0{,}00216407$$
$$\gamma = -\,0{,}24127$$

ist. Daraus läßt sich t berechnen, wenn das Verhältniß $R_t : R_0$ bekannt. Der Werth von R_t läßt sich aber leicht finden, da die den Stromstärken proportionalen Knallgasmengen sich umgekehrt wie die Widerstände der beiden Zweige der Strom-

---

Widerstands-Pyrometer in den Proceedings of the Royal Soc. No. 128 u. in Dingler's Journ. Bd. 201, S. 42 beschrieben.

*) Beschreibung mit Abbild. im Polytechn. Centralbl. 1872, S. 1343.

leitung verhalten. Sind demnach V und V_1 die in den gleichnamigen Voltametern in gleicher Zeit entwickelten Gasvolumen, so ist

$$\frac{V}{V_1} = \frac{2 + 1 + R_t}{2 + 1 + 17}$$

und folglich

$$R_t = 20 \frac{V}{V_1} - 3.$$

Die Voltameter selbst sind kleine cylindrische Gefäße, die nahe neben einander liegen und oben in 3 Millim. weite, graduirte Röhren auslaufen; diese Röhren werden durch Kautschukpolster verschloßen, welche durch kleine belastete Hebel aufgedrückt werden und sich behufs der Entleerung von Gas leicht lüften lassen. Am untern Theile der Voltameter sind an Tubulaturen Kautschukschläuche eingesetzt, die nach kleinen Reservoirs führen, welche in vertikaler Richtung verschiebbar sind behufs der Einstellung des Flüssigkeitsspiegels auf den Nullpunkt der Voltameterskala am Anfange und der Herstellung des atmosphärischen Druckes am Ende jedes Versuches. Zur Vermeidung ungleicher Polarisation ist die Stromrichtung von Zeit zu Zeit zu wechseln; bei den Weinhold'schen Versuchen geschah es alle 10 Sekunden.

Die verdünnte Säure, welche dem von Gebr. Siemens in London gelieferten Instrumente zur Füllung der Voltameter beigegeben war, enthielt 136,9 Gramm Schwefelsäure ($SO_4 H_2$) im Liter. Außerdem ist noch eine Tabelle zur Bestimmung von t beigegeben.

Weinhold hat nun dieses Pyrometer, nachdem er es für seinen kleinen Erwärmungsapparat passend modificirt, in Eis, in Wasserdampf, in einem Erwärmungapparate mit Paraffin, wie er für die specifische Wärme bei 250° verwendet wurde, in Schwefeldampf über dem Bunsen'schen Verbrennungsofen und im Holzkohlenfeuer geprüft und dabei folgende Resultate erhalten:

Temperatur nach dem Luftthermometer	Temperatur nach obiger Formel	Abweichung
98°	107°	+ 9
229	230	+ 1
430	433	+ 3

531°	557°	+ 26
542	568	+ 26
553	581	+ 28
933	901	— 32
973	924	— 49
992	929	— 53

Die Abweichung zwischen Pyrometer und Luftthermometer ist für technische Zwecke nicht von Belang, und für solche ist das Instrument zunächst bestimmt. „Für wissenschaftliche Arbeiten im Laboratorium wird sich durch veränderte Form des Instrumentes und durch Anwendung einer Wheatstone'schen Brücke mit Reochord anstatt des Differentialvoltameters noch eine größere Genauigkeit erreichen lassen; für den technischen Gebrauch empfiehlt sich aber das Instrument durch seine Zuverlässigkeit und die Leichtigkeit in der Handhabung im höchsten Maaße."

Weinhold kommt daher zu dem Resultate, daß von den fertig zu beziehenden Pyrometern nur das Siemens'sche brauchbar und empfehlenswerth ist, daß auch das Calorimeter in geeigneter Weise benutzt, als Pyrometer dienen kann, daß aber die Dissociation von Verbindungen eines starren und eines gasigen Stoffes nicht den von Debray und Lamy angegebenen Gesetzen folgt.

Im Anschluß an diese Arbeit erwähnen wir noch kurz ein Paar neue akustische Pyrometer. Ein solches Pyrometer haben zuerst Cagniard-Latour und Demonferrand im Jahre 1836 beschrieben.*) Sie benutzten die Aenderung der Tonhöhe einer Flötenpfeife zur Berechnung der Temperatur und gaben an, ihr Instrument bis 500° zuverlässig gefunden zu haben.

Eine ganz ähnliche Idee hat neuerdings Alfred Marshall Mayer in Hoboken, New Jersey, veröffentlicht.**) Er benutzt zur Messung der Temperatur die Aenderungen der Schallgeschwindigkeit und der Wellenlänge eines bestimmten Tones und giebt eine darauf bezügliche Tabelle für den Ton c^2 von —273 bis 2000° C. Die Messungen erfolgen nach der

*) Comptes rendus, t. 4, S. 28.
**) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 287.

neuen optisch-akustischen Methode durch Flammenbilder in einem rotirenden Spiegel.

Dagegen will de Escher*) zur Bestimmung der Wellenlängen die Kundt'schen Staubfiguren (Jahrg. III dieses Jahrb., S. 78) anwenden und auf diese Weise die Temperatur einer tönenden Luftsäule ermitteln. Die angestellten Versuche, bei denen zur Tonerregung eine angestrichene Stimmgabel und als Pulver für die Staubfiguren zerriebener Zucker verwendet wurde, sollen Resultate ergeben haben, die meist nur um weniger als 1/2 Grad von der Wahrheit abweichen. Es wurde dabei übrigens der Kundt'sche Werth für die Schallgeschwindigkeit = 332,8 Meter bei 0° zu Grunde gelegt.

Gefrierverzug beim Wasser.

Zur Demonstration des Gefrierverzugs beim Wasser, wenn dasselbe unter 0° C. abgekühlt wird, hat Dr. G. Krebs in Wiesbaden den nachstehend beschriebenen einfachen Apparat angegeben.**)

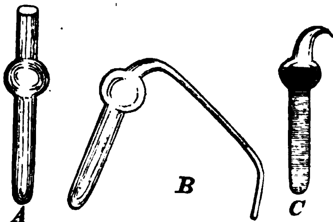
Eine mit einer Kugel versehene, etwas dickwandige, unten zugeschmolzene Glasröhre Fig. 17 A von ungefähr 18 Centim. Länge und 1 Centim. Weite wird mit Schwefelsäure gefüllt und kurze Zeit erhitzt. Dann gießt man die Säure aus und spült die Röhre wiederholt mit destillirtem Wasser, worauf man das obere Ende der letzteren in eine lange Spitze auszieht, Fig. 17 B. Man befestigt nun die Röhre in einem Gestell und läßt dabei die Spitze in destillirtes Wasser tauchen, das man längere Zeit gekocht hat. Indem man die Röhre erhitzt und dann erkalten läßt und dieses Verfahren mehrmals wiederholt, gelingt es, dieselbe nebst der verlängerten Spitze vollständig mit Wasser zu füllen. Um alle Luft möglichst zu entfernen, empfiehlt es sich, einen Theil des Wassers wiederholt durch Erhitzen zu entfernen und dann durch Erkalten wieder eintreten zu lassen; doch bleibt meist an der Umbiegung der Röhre noch eine kleine Luftblase sitzen. Nachdem man hierauf das Gefäß mit destillirtem Wasser entfernt hat, taucht man die Spitze des

*) Il nuovo Cimento. Ser. 2, T. V—VI. Maggio.
**) Carl's Repert. f. Experimental-Physik. Bd. VIII, S. 194.

vollständig mit Wasser gefüllten Gefäßes in ausgekochtes Queck- silber, erhitzt, bis nur noch der untere Theil und etwa die Hälfte der Kugel mit Wasser gefüllt ist und schmilzt dann rasch an der Umbiegung zu. Der nunmehr fertige Apparat hat die Gestalt Fig. 17 C.

Zur Anstellung des Versuches bringt man den Apparat und eine ganz gleiche, aber oben offene und bis zur Hälfte der Kugel mit gewöhnlichem Wasser gefüllte Glas- röhre zuerst kurze Zeit in ein Gefäß mit Wasser, um ihnen gleiche Tem- peratur zu ertheilen, dann aber stellt man sie neben einander in eine Kältemischung, z. B. in eine Mischung von Wasser und salpetersaurem Ammoniak. Das gewöhnliche Wasser in der offenen Röhre fängt dann nach kurzer Zeit an zu gefrieren, was man recht bequem beobachten kann, wenn man den Versuch in einem Becherglase anstellt und beide Röhren dicht an der Wandung in die Kältemischung ein- setzt. Das luftfreie Wasser in der völlig geschlossenen Röhre dagegen bleibt noch vollständig klar, ja man kann die Röhre aus der Frostmischung herausnehmen, ohne daß die dabei stattfindende geringe Erschütterung das Gefrieren herbei- führt. Läßt man aber die zugeschmolzene Röhre nachdem das Wasser in der andern gefroren ist, noch einige Minuten in der Frostmischung, nimmt sie dann, noch vor dem Eintreten des Gefrierens heraus, faßt sie an der Umbiegung und bewegt sie einmal heftig von oben nach unten, so gefriert das Wasser plötzlich von der Oberfläche aus. Das so erhaltene Eis ist weit feinfasriger, als das aus gewöhnlichem Wasser er- haltene und nicht so mit Luftblasen durchsetzt, sondern nur am Ende einzelner Fasern bemerkt man kleine Bläschen.

Fig. 17.



Der beschriebene Apparat eignet sich besonders dazu, einem größeren Zuhörerkreise die Möglichkeit des Ueberkaltens des Wassers deutlich zu zeigen.

Temperaturänderungen bei der Diffusion von Gasen.

Louis Dufour in Lausanne hat der Schweizer Naturforscher-Versammlung die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Temperaturänderungen mitgetheilt, welche bei der Diffusion von Gasen durch poröse Wandungen eintreten.*)

Dufour hat u. a. die Diffusion zwischen Wasserstoff und Luft, wie auch die zwischen Luft und Kohlensäure untersucht. Das poröse Gefäß, welches das Gas mit langsamer Diffusion (Luft oder Kohlensäure) enthielt, war mit einem sehr empfindlichen Thermometer versehen und wurde in ein geschlossenes Gefäß eingesenkt, in welchem das andere Gas (Wasserstoff oder Luft) cirkulirte. Ein Glasrohr ging durch den Stöpsel, der das poröse Gefäß verschloß, und verband dieses bald mit der freien Luft, bald mit einem Manometer. Das Ganze war umgeben von einer doppelten isolirenden Baumwollenschicht. Das Thermometer wurde aus einiger Entfernung mittels eines Kathetometers beobachtet. Dufour unterscheidet nun Diffusion bei constantem und bei wechselndem Druck.

1. Diffusion bei constantem Drucke. Beim Beginn des Versuches mit Wasserstoff und Luft wurde zur Herstellung des Gleichgewichts der Temperatur sowohl in das poröse Gefäß als um dasselbe herum Luft gebracht, dann erst ließ man Wasserstoff auswendig cirkuliren, und man sah nun die Temperatur im Innern des porösen Gefäßes sinken. Eine große Anzahl Versuche zeigte, daß stets eine Temperaturerhöhung eintritt auf der Seite der eintretenden Diffusion, und eine Temperaturerniedrigung auf der Seite, wo das Gas aus der Wand herauskommt. Nach Dufours Ansicht tritt indessen diese Temperaturänderung nur an der Oberfläche der porösen Wand ein, so daß da, wo das Gas eindringt, Verdichtung und Zusammendrückung und deshalb Wärmeentwickelung, auf der andern hingegen Ausdehnung des Gases und daher Absorption von Wärme stattfindet.

2. Die Diffusion mit wechselndem Drucke zeigt complicirtere Erscheinungen in Folge der Schwankungen der

---

*) Auszugsweise im Septemberheft 1872 des Archives des sciences physiques et naturelles, sowie im „Naturforscher" 1872 No. 50.

Temperatur mit dem Drucke. Beim Eindringen des diffundirenden Gases in das poröse Gefäß zeigt das darin befindliche Thermometer zunächst eine kleine Temperaturerhöhung, die von der schnellen Drucksteigerung herrührt; die Temperatur sinkt dann um einen viel größeren Werth, beginnt hierauf langsam zu steigen, sinkt von Neuem wegen des Austrittes des andern Gases und der entstehenden Verdünnung und steigt schließlich sehr beträchtlich, entsprechend dem einfacheren Falle mit constantem Druck.

Dufour hat auch noch die Diffusion zwischen trockener und feuchter Luft untersucht. Es findet stets Diffusion statt zwischen zwei Luftmassen von verschiedenem Feuchtigkeitsgrade, aber entgegen dem, was nach dem Graham'schen Gesetze wegen des geringeren Gewichts des Wasserdampfes im Vergleich zur Luft zu erwarten war, ergaben die Versuche daß diese Diffusion von der trockenen zur feuchten Luft stattfindet. Das Gesetz der Temperaturänderung für diesen Fall ist in Uebereinstimmung mit dem, was Dufour für den Fall zweier Gase beobachtet hat. Es läßt sich übrigens die Diffusion zwischen zwei Luftportionen von verschiedenem Feuchtigkeitsgrade leicht durch gewöhnliche Experimente mit Benutzung eines Wassermanometers beweisen. Die Erscheinung ist so empfindlich, daß Dufour die Construction eines Hygrometers auf sie basiren zu können hofft. Auch muß diese Erscheinung zahlreich in der organischen Welt vorkommen, indem dort beständig Gasströmungen durch die porösen Wände der Thiere und Pflanzen veranlasst werden.

Thermodiffusion.

Während durch die vorstehend erwähnten Untersuchungen Dufours nachgewiesen ist, daß durch die Diffusion Temperaturänderungen hervorgerufen werden, hat W. Feddersen in Leipzig experimentell nachgewiesen,*) daß auch umgekehrt durch Temperaturdifferenzen auf den entgegengesetzten Seiten einer porösen Scheidewand Diffusionserscheinungen hervorgerufen werden können,

*) Ueber Thermodiffusion von Gasen. Poggend. Ann. Bd. 148, S. 302 u. f.

selbst wenn sich auf beiden Seiten die Gase unter gleichem Drucke befinden. Diese Arbeit wurde veranlaßt durch eine theoretische Arbeit von Prof. Carl Neumann in Leipzig,*) welche das Ergebniß lieferte, daß, wenn eine endliche Portion eines in einer unendlichen oder in sich zurücklaufenden Röhre eingeschlossenen Gases sich in einem andern Dichtigkeitszustande befindet, als das übrige Gas, eine an beiden Enden künstlich erzeugte Temperaturdifferenz eine continuirliche Bewegung des Gases in dem Raume bewirkt, und zwar geht diese Bewegung von der kalten nach der warmen Seite.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß in einer langen horizontalen Glasröhre auf eine kurze Strecke ein Pfropf eines porösen Körpers — geglühter Platin- oder Palladiumschwamm, Holzkohle, Kieselsäure, gebrannte Magnesia, Gyps — fest eingestampft wurde; an den Enden der Röhre waren vollständig dicht ein Paar engere Röhren angesetzt, deren jede durch einen Tropfen einer Flüssigkeit (Quecksilber, Schwefelsäure oder Oel) abgesperrt war. Wurde nun die eine Seite des Propfens erwärmt, die andere auf der ursprünglichen Temperatur erhalten oder abgekühlt, so bemerkte man — an der Verschiebung der Absperrtropfen sichtbar — eine Diffusion des Gases (bei Platin atmosphärische Luft, bei Palladium Wasserstoff) von der kältern nach den wärmern Seiten durch den Schwammpfropf hindurch. Es scheint nach diesen Beobachtungen eine allgemeine Eigenschaft poröser Körper zu sein, sobald sie in Form von Diaphragmen gebracht werden, die Gase von der kalten zur warmen Seite hindurch zu ziehen. Man hat damit eine Diffusionserscheinung, welche, entgegen den gewöhnlichen, auch dann eintritt, wenn auf beiden Seiten des Diaphragmas das Gas unter demselben Drucke sich befindet. Feddersen hat diese Erscheinung mit dem Namen Thermodiffusion bezeichnet. Sie steht zu der von Dufour beobachteten Erscheinung in derselben Beziehung, wie die Erregung eines Thermostromes zu den von Peltier beobachteten thermischen Wirkungen eines durch die Löthstelle zweier Metalle durchgehenden galvanischen Stromes.

---

*) Vorläufige Conjectur über die Ursachen der thermoelektr. Ströme. Ber. über die Verh. der sächs. Ges. d. Wissensch. Math.-physik. Classe. 1872. S. 49 u. f.

Umwandlung lebendiger Kraft in Wärme.

Vollpicelli hat der Pariser Akademie über folgende Versuche berichtet.*)

In einem Behälter wurde Luft bis zu 4 Atmosphären comprimirt und nach dem Entweichen der Compressionswärme ließ man die Luft gegen die Fläche einer Thermosäule strömen. Dabei ergab sich eine Temperaturerhöhung, wenn der Anfang des Luftstroms nahe an der getroffenen Fläche lag, dagegen eine Temperaturerniedrigung in einer mittleren Stellung. Aehnliche, nur weniger deutliche Resultate ergaben sich auch, als Luft mittels eines Blasebalges gegen die Fläche der Thermosäule getrieben wurde; noch geringer, wenn auch erkennbar, waren die Resultate bei Anwendung eines Centrifugalventilators.

Dieses dreifache Resultat erklärt sich nach Volpicelli daraus, daß die Ursachen der Temperaturänderung dreierlei Art sind: Zerstörung der lebendigen Kraft der Luft oder äußere Arbeit; innere Arbeit, ausgeübt von den Luftmolekülen, welche sich in den Poren der Metalle der Säule condensiren müssen; und eine äußere Arbeit, gleichfalls von diesen Molekülen ausgeübt, welche sich auf ihrer Bahn ausdehnen müssen. Die beiden ersten Ursachen bewirken eine Erhöhung, die dritte erzeugt eine Erniedrigung der Temperatur. Man muß daher eines der drei angegebenen Resultate erhalten, je nachdem die Wirkungen der beiden ersten Ursachen größer, kleiner oder eben so groß sind, als die der dritten.

Um einer zahlreichen Zuhörerschaft die Umwandlung der zerstörten lebendigen Kraft in Wärme zu zeigen, schoß Vollpicelli eine Phosphorkugel mittels einer Windbüchse aus 10 Meter Entfernung gegen eine Wand; dieselbe entzündete sich im Momente des Auftreffens, nicht aber während ihres Fluges durch die Luft.

Bei einem andern, mittels eines Reflexions-Thermomultiplicators angestellten Versuche ließ er einen soliden Körper auf die Löthstellen einer der Flächen einer Thermosäule fallen; das vom Spiegel reflectirte Bild bewegte sich dabei auf der entfernten Skala um mehrere Grad, deutlich eine Temperaturerhöhung

*) Comptes rendus, 1871 août 21, S. 492

anzeigend. Dieser Versuch ist einfacher als ein früher von Volpicelli angegebener, wo er einen Körper mehrmals aus einer gewissen Höhe herabfallen ließ und dann mit der Thermosäule in Berührung brachte.

Am Schluße dieses physikalischen Abschnittes mag noch eine

Tabelle der Spannkräfte des Schwefeldampfes

Platz finden, welche auf Grund der Regnault'schen Formel *) von Weinhold**) veröffentlich worden ist, „weil fast alle deutschen Lehrbücher enorm falsche Zahlen für den Siedepunkt des Schwefels geben."

444°,0	708mm,0	446°,0	731mm,3	448°,0	755mm,3
1	709,1	1	732,5	1	756,5
2	710,3	2	733,7	2	757,7
3	711,5	3	734,9	3	758,9
4	712,6	4	736,1	4	760,2
5	713,8	5	737,3	5	761,4
6	714,9	6	738,5	6	762,6
7	716,1	7	739,7	7	763,8
8	717,3	8	740,8	8	765,1
9	718,4	9	742,0	9	766,3
445,0	719,6	447,0	743,2	449,0	767,5
1	720,7	1	744,4	1	768,7
2	721,9	2	745,6	2	770,0
3	723,1	3	746,8	3	771,2
4	724,3	4	748,0	4	772,5
5	725,4	5	749,3	5	773,5
6	726,6	6	750,5	6	774,9
7	727,8	7	751,7	7	776,2
8	729,0	8	752,9	8	777,4
9	730,1	9	754,1	9	778,6

*) Mém. de l'Acad. tome 26, p. 530.

**) Osterprogr. 1873 der Kgl. höhern Gewerbschule zu Chemnitz, S. 41.

Elektricität und Magnetismus.

Elektricitätserregung.

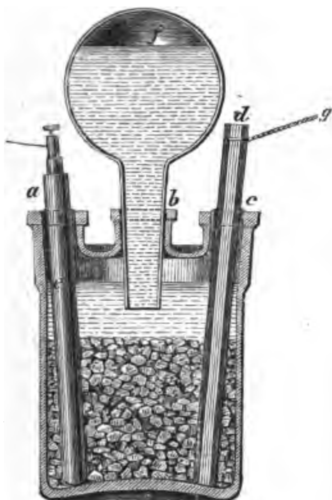
Als Hilfsapparat zur gewöhnlichen Reibungselectrisirmaschine erwähnen wir zunächst den Collector für Reibungs-Electrisirmaschinen von H. Emsmann in Stettin. Dieser Collector soll dasselbe leisten, wie der Condensator des Rühmkorff'schen Funkeninductors oder der theure Ring an den Winter'schen Elektrisirmaschinen. Der Mechanikus Kuhlo in Stettin hat den Collector in der Weise hergestellt, daß er mehrere (3 bis 5) an einem Ende zugeblasene Glasröhren, die weitesten von etwa 5 Centimeter Durchmesser, in einander steckt. Mit Ausnahme der weitesten, nur zur Isolirung dienenden, sind sämmtliche Röhren auf ihrer Außenseite mit Stanniol beklebt; am offenen Ende, wo alle Ränder in einer Ebene liegen, sind die Stanniolbelege unter sich vereinigt und kommen nun, wenn man den Collector aufsetzt, mit dem Conductor in leitende Verbindung. Dieser Collector läßt sich an jeder Frictionsmaschine leicht anbringen und leistet auf einfache und billige Weise dasselbe wie der Winter'sche Ring.

Von neuen galvanischen Elementen ist zu nennen Fein's Braunstein-Ballon-Element. Dasselbe ist eine Modification des im V. Jahrg. dieses Jahrb., S. 162, erwähnten Elementes von Leclanché. Letzteres ist u. a. mit dem Uebelstande behaftet, daß die in demselben angewandte Thonzelle, abgesehen von ihrer Zerbrechlichkeit, mit der Länge der Zeit durch Bildung von Salzen, welche die Poren verschließen, die constante Wirkung beschränkt, was um so störender ist, als die Kohlenplatte und die Braunsteinfüllung mit der Thonzelle verkittet sind, daher eine gründliche Reinigung mindestens sehr umständlich ist. Auch oxydirt sich die durch eine Bleifassung hergestellte Contactverbindung der Kohlenplatte nicht selten so stark, daß das Element zu wirken aufhört. Endlich ist der Raum zwischen Thonzelle und Glas sehr beschränkt, die geringe Menge Füllungs-Flüssigkeit trocknet daher rasch ein und es ist ein öfteres Nachfüllen nöthig.

Diese Uebelstände sind nun bei dem beistehend abgebildeten

Elemente vermieden. In einer mit drei Hälsen a, b, c versehenen Glasflasche befindet sich in den beiden seitlichen Hälsen ein Kohlenstab d und ein Zinkstab e, der zum Ersatz für die ganze fehlende Thonzelle mit einem Baumwollenüberzuge versehen ist, welcher die directe Berührung mit der Braunsteinfüllung hindert. Durch den mittleren Hals wird eine Mischung von kleinen Braunstein- und Retortenkohlen-Stückchen in das Glas eingebracht, bis das letztere zu etwa $^2/_3$ voll ist, worauf man vollends mit einer concentrirten Salmiaklösung füllt. Der mittlere Hals nimmt dann noch den ebenfalls mit Salmiaklösung gefüllten Ballon f auf, aus welchem Flüssigkeit in die Flasche austritt, sowie in letzterer des Niveau bis unter die Mündung des Ballons sinkt.

Fig. 18.



Zur Herstellung des Contactes zwischen dem Kohlenstab und dem die Ableitung vermittelnden Kohlenstreifen wird bei den größern Elementen das obere Kohlenende zunächst mit einem galvanischen Kupferniederschlag versehen, worauf man einen 3 bis 4 Linien tiefen Einschnitt in diesen verkupferten Theil macht, in welchem der mit Platinblech überzogene Kupferstreifen festgeklemmt und mittels Zinn verlöthet wird. Bei kleinen Elementen werden die hervorragenden Enden der Kohlenstäbe mit einem Platindraht g fest umwunden, dessen zusammengedrehte Enden dann die leitende Verbindung herstellen.

Bei der Reinigung, die etwa nach jährigem Gebrauche der Elemente vorzunehmen ist, wird der Zinkstab, der Kohlenstab und die Braunsteinfüllung mit lauwarmem Wasser gewaschen und der gereinigte Zinkstab wieder amalgamirt.

Wegen ihrer ausgezeichneten Constanz und kräftigen Wir-

kung sollen sich diese Elemente für telegraphische und technische Zwecke sehr gut eignen, und da sie keinerlei Ausdünstungen verbreiten, so werden sie auch namentlich für therapeutische Zwecke empfohlen.

Dieselben werden in der Telegraphenbauanstalt von C. & E. Fein, Stuttgart, in vier Größen (30, 25, 20 und 15 Centim. Gesammthöhe) angefertigt.

Gaiffe's neue galvanische Batterie. Jedes Element derselben besteht aus einem Gefäß, in welches zwei Stifte, einer aus Blei, der andere aus Zink eintauchen. Der Bleistift reicht bis auf den Boden, während der Zinkstift nur halb so lang ist. Am Boden befindet sich eine Schicht Mennige, als Erregungsflüssigkeit dient Wasser mit 10 Proc. Salmiak. In seinem Bericht an die Pariser Akademie*) giebt Gaiffe an, daß die elektromotorische Kraft dieser Kette ungefähr 1/3 von der der Bunsen'schen, ihr innerer Widerstand sehr gering und wenig veränderlich, ihre Constanz sehr groß sei.

Modification der Bunsen'schen Batterie von E. H. Worlée in Hamburg. Um die lästigen Dämpfe zu vermeiden, die sich bei der gewöhnlichen Bunsen'schen Kette bilden, schlägt Worlée vor, statt der Salpetersäure eine auf folgende Weise herzustellende Flüssigkeit zu verwenden. In ein Glas, welches eine Quantität gepulvertes doppelt chromsaures Kali, mit Wasser durchtränkt, so daß es einen Brei bildet, enthält, wird eine Mischung von 3 Maßtheilen käuflicher Salpetersäure und 1 Schwefelsäure geschüttet und fleißig umgerührt, auch wohl gelind erwärmt. Um eine gesättigte Lösung zu erhalten, muß man einen Ueberschuß von doppeltchromsaurem Kali anwenden und die in der Batterie verwendete Lösung immer wieder auf das rückständige Salz aufgießen.

Die Wirkung eines Elementes, bei welchem die Kohle in einer solchen Lösung, das Zink aber wie gewöhnlich in verdünnter Schwefelsäure steht, ist ziemlich dieselbe, wie bei Anwendung von Salpetersäure. Prof. Böttger in Frankfurt hält übrigens für zweckmäßiger, das doppeltchromsaure Kali nur in Salpetersäure aufzulösen, weil sich dann kein Chromalaun bildet und abscheidet; er hat sich dieser Flüssigkeit, aber ohne Zusatz von

*) Comptes rendus, 1872 juillet 15, S. 120.

Schwefelsäure, schon seit einer langen Reihe von Jahren bedient.*)

Bunsen's Chromsäure-Batterie. Bei dieser Batterie wird nur eine einzige Erregungsflüssigkeit angewandt, welche man nach Bunsens Angaben folgendermaßen bereitet. Um 1 Liter Flüssigkeit zu bereiten, reibt man 92 Gramm saures chromsaures Kali, möglichst fein pulverisirt mit 93,5 Cubik-Centim. concentrirter Schwefelsäure zusammen, bis ein gleichförmiger Brei von Chromsäure und saurem schwefelsauren Kali entstanden ist. Demselben werden dann bis zur völligen Auflösung unter stetem Umrühren 900 Cubik-Centim. Wasser zugesetzt.

Je eine Zink- und eine Kohlenplatte tauchen in ein mit dieser Flüssigkeit gefülltes Glas; soll die Batterie außer Thätigkeit gesetzt werden, so läßt man die Gläser nieder. Bei den Batterien, welche Desaga in Heidelberg nach Bunsens Angaben construirt, sind die Kohlen- und die Zinkplatten 3,5 Centim. breit und tauchen 13 Centimeter tief in die Flüssigkeit; die Gläser enthalten 1300 Cubik-Centim. Flüssigkeit. Eine einfachere Form hat Prof. Joh. Müller beschrieben und von Metzger in Freiburg i. B. construiren lassen.**)

Diese Batterie giebt anfangs eine überraschend kräftige Wirkung, kräftiger noch, als die Zink-Kohlen-Batterie mit zwei Flüssigkeiten; indessen nimmt ihr Effekt ziemlich rasch ab. Müller, der die Leistungen genauer untersucht hat,***) räth deshalb, die Flüssigkeit nicht länger zu verwenden, als bis die Stromstärke auf ungefähr 1/3 ihres ursprünglichen Werthes gesunken ist.

Batterie von Chutaux.†) Um die bei Anwendung von doppeltchromsaurem Kali eintretende Polarisation, d. h. die Ablagerung von Chromalaun an den Polplatten zu vermeiden, hat Chutaux die Einrichtung getroffen, daß die Flüssigkeit fort-

*) Polytechn. Notizblatt 1872, No. 1.

**) Dinglers polytechn. Journ. Bd. 205, S. 193.

***) Dingler's Journ. Bd. 205, S. 104.

†) Du Moncel, Exposé des applications de l'Electricité. 3e édition. Tome 1. Paris, E. Lacroix. 1873. S. 361 u. f. Dingler's polytechn. Journal. Bd. 203, S. 375. Polyt. Centralbl. 1872, S. 586.

während erneuert wird und nur mittels eines porösen, beständig von ihr imprägnirten Körpers mit den Platten in Berührung kommt. Uebrigens hat Chutaux verschiedene Anordnungen seines Systems angegeben.

Bei der gewöhnlichen Anordnung stehen die beiden Platten, die Kohlenplatte und die Zinkplatte, welche bei geringer Oberfläche ein bedeutendes Volumen besitzt und sich den Gefäßwänden anschließt, einander diametral gegenüber; erstere ist mit Kohlenpulver oder zerstoßenen Kokes umgeben, welche die eine Hälfte des Gefäßes füllen, während die andere Hälfte, welche die Zinkplatte enthält, mit Sand gefüllt ist. Darüber liegt eine ungefähr 2 Centim. dicke Schicht Sand, in welcher ein poröses Gefäß steht, in das wieder eine umgestürzte große Glasflasche mündet, welche die Erregungsflüssigkeit enthält, die durch die Sand- und Kohlenschichten sickert und durch eine unten angebrachte mit einer umgekehrten Schale bedeckte Oeffnung abfließt. Werden mehrere Reihen Elemente über einander angebracht, so dienen die untern Elemente zur Aufnahme der Flüssigkeit aus den oberen. Als Erregungsflüssigkeit wendet Chutaux folgende an: Wasser 1500 Gramm, doppeltchromsaures Kali 100 Gramm, schwefelsaures Quecksilberoxyd 50 Gr. und Schwefelsäure von 66° B. 200 Gr. Indessen kann nach Du Moncel's Urtheil der Zusatz des Quecksilbersalzes wegfallen, ohne die elektromotorische Wirksamkeit zu beeinträchtigen.

Zur Erzeugung sehr kräftiger Ströme für das elektrische Licht, für Bergwerke und für chirurgische Zwecke hat Chutaux noch andere Anordnungen gegeben.

Bei einer dieser Säulen befindet sich die Flüssigkeit in einem Steingutgefäß, welches einerseits ein vom obern Theile ausgehendes Abflußrohr, andererseits einen etwa 4 Centimeter vom Boden entfernt mit dem Hauptgefäß communicirenden Seitencylinder hat. Indem man über den Cylinder einen mit der Erregungsflüssigkeit gefüllten Kolben stürzt, gelangt immer neue Flüssigkeit in das vorher schon gefüllte Gefäß, worauf der Ueberschuß abläuft. Die negative Polplatte besteht aus zwei oder drei an einem hölzernen Deckel befestigten und beständig in die Flüssigkeit getauchten Kohlenplatten. Da solche ganze Platten aber sehr kostspielig sind, so setzt sie Chutaux aus neben einander gestellten Kohlenprismen zusammen, welche

er oben durch eine Bleihülle vereinigt, die mit dem Schließungs-bogen leitend verbunden ist. Die positive Platte besteht aus zwei ungefähr 1 Centim. dicken, zwischen den negativen Platten angeordneten Zinkplatten, welche sich in die Höhe ziehen lassen, wenn das Element nicht in Thätigkeit ist. Bei einer Batterie von mehreren Elementen befinden sich die Kohlenplatten alle an einem einzigen Brete, welches Oeffnungen zum Eingießen der Flüssigkeit, für die Speisekolben der Seitencylinder und zum Aufziehen der Zinkplatten enthält. Eine solche Batterie von 24 Elementen, jedes mit etwa 5 Liter Flüssigkeit, liefert ein sehr brillantes elektrisches Licht.

Bei der Batterie für medicinische und chirurgische Zwecke, sind die Elemente der Raumersparniß halber quadratisch und in einem und demselben Kasten aus Guttapercha angebracht. Die Flüssigkeit befindet sich in einer Glasflasche mit doppelt durchbohrten Kork. Durch die eine Oeffnung geht ein Glasröhre bis nahe an den Boden, an welche außerdem ein Kautschukrohr angesetzt ist, welches nach dem Batteriegefäße führt, durch die andere geht ein kurzes Röhrchen. Bläst man durch das letztere, so preßt man die Flüssigkeit in die Batterie, saugt man aber, so entleert man letztere. Indem man den Flüssigkeitsrecipienten gehörig hochstellt, kann man einen stetigen Zufluß von Flüssigkeit nach der Batterie erzeugen.

Bei der Belagerung von Paris sind vergleichende Versuche mit der Chutaux'schen und der Bunsen'schen Batterie zum Zwecke der elektrischen Beleuchtung angestellt worden. Jede derselben bestand aus 48 Elementen und blieb zwei Stunden in Thätigkeit. Die Bunsen'sche Batterie arbeitete dabei weit regelmäßiger als die Chutaux'sche, die Wirkung der letzteren nahm rasch ab, aber sie erwies sich als viel billiger.

Delaurier's Batterien. Delaurier hat ein Element angegeben, das äußerlich dem Bunsen'schen gleicht, dessen Anordnung aber je nach seiner Bestimmung eine etwas verschiedene ist.*)

Für sehr kräftige Ströme von kurzer Dauer wendet er poröse Zellen von großem Durchmesser an, in welche zwei Kohleplatten tauchen, die durch einen Kupferring verbunden sind,

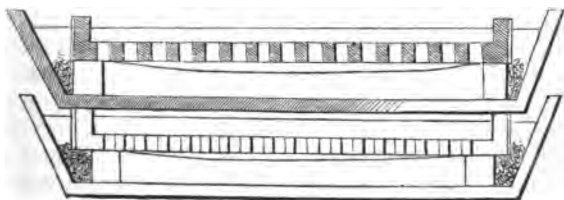
*) Du Moncel, Traité etc. I. p. 331 u. f.

an dem die positive Polplatte angelöthet ist. Die amalgamirte, in verdünnte Schwefelsäure tauchende Zinkplatte umgiebt cylindrisch das poröse Gefäß.

Will man aber sehr lang andauernde Ströme haben, so bedient man sich einer 30procentigen Kochsalzlösung und poröser, fast auf der ganzen Außenfläche gefirnißter Zellen; nur eine ungefähr ein Centimeter breite Stelle ist bis auf 2/3 der Länge von Firniß frei und hier kann die Flüssigkeit durchfiltriren. Die Mischung der Flüssigkeiten geht hier sehr langsam vor sich; es reicht auch eine einzige Kohlenplatte hin, und das Zink braucht nicht amalgamirt zu sein. Die Flüssigkeit, welche die Kohle umgiebt, wird gebildet aus 30 Theilen Wasser, 5,4 Th. doppelt-chromsaurem Kali, 4 Eisenvitriol, 5 krystallisirtem schwefelsauren Natron, 25 Schwefelsäure von 60° B. Versuche von Du Moncel haben gezeigt, daß der Zusatz der Eisen- und Natronsalze die elektromotorische Kraft und die Constanz wesentlich erhöht.

Delaurier hat außerdem auch noch ein Element mit einer einzigen Flüssigkeit und ohne poröse Zelle angefertigt. Die Zinkplatte ist vielmals umgebogen und überall, mit Ausschluß des Querschnittes, gefirnißt. Auf jeder Seite dieser Platte befindet sich eine große, am Deckel des Gefäßes befestigte Kohlenplatte. Die Flüssigkeit besteht aus 40 Th. Wasser, 5,4 neutralem chromsauren Natron und 10 Schwefelsäure von 66° B.

Fig. 19.



Bottomlay's constante Batterie. Als Flüssigkeitsbehälter und zugleich als Kupferplatte, dient ein quadratischer, flacher Holztrog (Fig. 19) dessen etwas schräge Seiten mit Blei

---

*) Du Moncel, Traité etc. I. p. S. 373.

gefüttert sind, welches einen galvanischen Kupferüberzug hat. Die Zinkplatte hat die Gestalt eines Rostes und wird auf 4 in den Ecken liegende Holzklötze aufgelegt. Das Zink ist an der untern Fläche und an der Seite mit Pergamentpapier bekleidet. Die Zelle wird mit einer gesättigten Lösung von Zinkvitriol gefüllt; auch werden rings um die Ränder auf der äußeren Seite des Pergamentpapieres erforderlichen Falles Kupfervitriol-Krystalle in die Flüssigkeit gebracht. Die einzelnen Tröge werden in der Weise, wie die Figur andeutet, übereinander gesetzt. Zu dem Zwecke ist die innere Bleiausskleidung an den Ecken weiter nach außen geführt und endigt unten am Boden in ein dickes Zinnplättchen. Mit diesen Zinnblättchen ruht ein Trog auf dem Zink des unteren.

Diese Batterien, welche jetzt vielfach für Telegraphen im Gebrauch sind, wirken sehr lange constant und bedürfen keiner besonderen Wartung, nur muß man sie zeitweilig mit frischem Kupfervitriol versehen und den efflorescirenden Zinkvitriol abwischen.

Ein besonderes theoretisches Interesse knüpft sich an den folgenden Gegenstand.

Elektrische Ströme in fließendem Wasser. In seiner Theorie des Erdmagnetismus (Jahrg. VIII dieses Jahrb. S. 181 u. f.) hat F. Zöllner Gebrauch gemacht von elektrischen Strömen, die seiner Behauptung nach in strömenden Flüssigkeiten auftreten. Aeltere Versuche, namentlich die von Quincke, haben allerdings das Vorhandensein solcher Ströme nur dann gezeigt, wenn eine Flüssigkeit durch ein poröses Diaphragma hindurchgepreßt wurde; Zöllner hat aber Ströme auch in Röhren, welche keine Diaphragma enthielten, beobachtet und daher den Satz ausgesprochen, daß alle strömenden Bewegungen in Flüssigkeiten, besonders wenn sie theilweise mit starren Körpern in Berührung stehen, von elektrischen Strömen begleitet sind, die nach den bisher vorliegenden Thatsachen zu urtheilen, sich vorzugsweise in der Richtung der strömenden Flüssigkeiten entwickeln.

Es ist indessen die Richtigkeit dieser Behauptung später von W. Beetz in München in Zweifel gezogen worden.*)

**) Sitzungsber. der Münchener Akad. d. W. Mai 1872. Poggend. Ann. Bd. 148, S. 486.

Zöllner hat nämlich die Kupferdrahtenden eines für Thermoströme eingerichteten Galvanometers von Sauerwald in einen Kautschukschlauch geführt, durch welchen aus der Wasserleitung ein Strom Wasser geleitet wurde, der in das unter dem Hahn befindliche, theilweise mit Wasser gefüllte und nicht isolirte Becken abfloß. Das Galvanometer zeigte dabei stets einen der Strömung des Wassers parallelen Strom an, welcher um so stärker war, je weiter die Drahtenden von einander entfernt waren, „so daß" nach Zöllners Interpretation „die ganze strömende Wassermasse, ähnlich einer Volta'schen Säule, in allen ihren Schichten galvanisch thätig sein mußte, wenn der beobachtete Strom kein Zweigstrom war."*) Diesen Versuch hat Beetz wiederholt und dasselbe Resultat erhalten; er deutet dasselbe aber anders. Wenn nämlich das Wasser aus dem messingenen Hahn durch den Kautschukschlauch in das Wasser strömt, welches sich in dem nicht isolirten Becken befindet, so steht der Messinghahn durch die ganze Wassermasse mit dem Bleirohre der Wasserleitung in Verbindung und es ist ein Volta'sches Element: Messing, Wasser, Blei hergestellt. Sobald das Wasser fließt, wird das Messing-Blei-Element geschlossen, während es vorher nicht geschlossen war, und der galvanische Strom geht nun vom Bleirohr durch das Wasser zum Messinghahn. Taucht man die beiden Enden des Galvanometerdrahtes an verschiedenen Stellen in das Wasser, so geht ein Zweigstrom in derselben Richtung durch das Galvanometer; betrachtet man diesen aber nicht als solchen, sondern sieht den Wasserstrom als selbsterregend an, so scheint der elektrische Strom dieselbe Richtung zu haben, wie der Wasserstrom.

Beetz hat nun, um die Richtigkeit seiner Deutung zu erweisen, den Zöllner'schen Versuch mehrfach abgeändert. Das Becken wurde mit Wasser gefüllt, und in dasselbe wurde das freie Schlauchende, ganz mit Wasser gefüllt, getaucht. Sofort war der Strom am Galvanometer sichtbar, er behielt beim Oeffnen des Hahnes unverändert seine Stärke.

Bei einem andern Versuche wurde die Hahnmündung aus Zink, das Becken aus Kupfer hergestellt und letzteres durch

*) Ber. über die Verh. der kgl. sächs. Ges. d. W. Math.-phys. Cl. 1871, S. 573.

einen Draht mit der Wasserleitung verbunden. Das freie Schlauchende tauchte in das Kupferbecken. Sowie nun diese Verbindung hergestellt war, zeigte sich ein Strom, der, in Zöllners Sinne gedeutet, der Richtung des Wasserstromes entgegengesetzt erschien, nach Beetz gedeutet aber im Wasser von Zink zum Kupfer lief.

Bestand sowohl die Hahnmündung als das Becken aus Zink, so zeigte das Galvanometer kaum Spuren eines Stromes an, das Wasser mochte ruhen oder fließen.

Beetz zieht aus seinen Beobachtungen den Schluß, daß jedenfalls noch einwurfsfreiere Belege für das Vorhandensein von „Strömungsströmen“ beizubringen sind, wenn dieselben als Grundlagen für eine so durchgreifende, wichtige Hypothese benutzt werden sollen, wie in der Zöllner'schen Arbeit.*)

Noë's Thermosäule. Auf eine neue Form dieser schon im Jahrg. VII (S. 163) dieses Jahrb. erwähnten Säule hat Prof. A. von Waltenhofen in Prag aufmerksam gemacht und dieselbe „wegen ihrer Leistungsfähigkeit, Compendiosität und zweckmäßigen Einrichtung“ warm empfohlen.**)

Die neue Anordnung bezweckt hauptsächlich, die Säule durch die Flamme einer gewöhnlichen runden Weingeistlampe oder eines Bunsen'schen Brenners heizbar zu machen. Zu dem Ende ist der in das eine Ende des positiven Metalles eingeschmolzene negative Draht von dieser Contactstelle ab unter einem spitzen Winkel zurückgebogen; auch ist in diese Contactstelle noch ein metallener Stift eingeschmolzen, um Wärme aus der Heizflamme nach der Contactstelle zu führen.

Solche Elemente sind nun zwanzig in einer Ebene kreisförmig angeordnet, wie unsere Figur 20 dies andeutet. Die positiven Cylinder bilden die Radien des Kreises, von den Contactstellen a aus gehen die Heizstifte b nach dem Centrum hin, wo sie durch eine Rundflamme erhitzt werden. Die Verbindung der Elemente erfolgt durch Kupferblechstreifen c, auf welche die ungleichnamigen Pole je zweier Elemente aufgelöthet sind; diese Streifen dienen zugleich dazu, die Wärme aus den Elementen abzuleiten und an die Luft abzugeben, weshalb

*) [illegible] Bemerkungen Zöllner's s. in Poggend. Ann. Bd. 145 S. [illegible]

**) [illegible] Repert. der Experimental-Physik. Bd. VIII. S. 189 [illegible]

auch noch Rollen dünnen Kupferbleches der Länge nach an sie angelöthet sind. Diese Wärmeableiter sind symmetrisch auf der Mantelfläche eines steifen isolirten Ringes d festgeschraubt und bilden mit diesem das Gestell der cylindrischen Säule. Die Lücke, welche inwendig frei gelassen wird, da die Heizstifte sich natürlich nicht berühren dürfen, ist durch ein Glimmerblatt geschlossen: die Flamme wird dadurch genöthigt, zwischen den Heizstiften durchzugehen und den größten Theil ihrer Wärme an dieselben abzugeben. Im Gestell ist noch ein cylindrischer Mantel aus Eisendraht-Geflecht derart angebracht, daß er einerseits die Ausstrahlung der Wärme aus der Flamme gegen das Gestell abschwächt und andererseits zur Aufstellung der Säule über dem Brenner dient.

Fig. 20.



Bei Anwendung einer Spiritusflamme stellt man die Säule unmittelbar auf die Tischplatte. Wenn man sich aber zur Heizung eines Bunsen'schen Brenners bedient, so wird auf das Tragekreuz desselben eine Blechscheibe und auf diese die Säule selbst mittels des erwähnten Drahtnetzes aufgesetzt. Man hat die Flamme so zu reguliren, daß sie nicht an die Contactstellen a schlage; die Heizstifte können bis zum Dunkelglühen erhitzt werden.

Die elektromotorische Kraft einer 20elementigen Säule fand Waltenhofen mittels der Temperaturbussole nach der Ohm'schen Methode = 19,4, die elektromotorische Kraft eines Bunsen'schen Elementes = 20 gesetzt; eine Vergleichung nach Fechners Methode der großen Widerstände gab 19,1, bezogen auf die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elementes = 12. Sonach ist die elektromotorische Kraft des Elementes ungefähr = 1. Die Heizstifte waren bei den Versuchen schwach glühend.

einen Draht mit der Wasserleitung verbunden. Das freie Schlauchende tauchte in das Kupferbecken. Sowie nun diese Verbindung hergestellt war, zeigte sich ein Strom, der, in Zöllners Sinne gedeutet, der Richtung des Wasserstromes entgegengesetzt erschien, nach Beetz gedeutet aber im Wasser von Zink zum Kupfer lief.

Bestand sowohl die Hahnmündung als das Becken aus Zink, so zeigte das Galvanometer kaum Spuren eines Stromes an, das Wasser mochte ruhen oder fließen.

Beetz zieht aus seinem Beobachtungen den Schluß, daß jedenfalls noch einwurfsfreiere Belege für das Vorhandensein von „Strömungsströmen“ beizubringen sind, wenn dieselben als Grundlagen für eine so durchgreifende, wichtige Hypothese benutzt werden sollen, wie in der Zöllner'schen Arbeit.*)

Noë's Thermosäule. Auf eine neue Form dieser schon im Jahrg. VII (S. 163) dieses Jahrb. erwähnten Säule hat Prof. A. von Waltenhofen in Prag aufmerksam gemacht und dieselbe „wegen ihrer Leistungsfähigkeit, Compendiosität und zweckmäßigen Einrichtung“ warm empfohlen.**)

Die neue Anordnung bezweckt hauptsächlich, die Säule durch die Flamme einer gewöhnlichen runden Weingeistlampe oder eines Bunsen'schen Brenners heizbar zu machen. Zu dem Ende ist der in das eine Ende des positiven Metalles eingeschmolzene negative Draht von dieser Contactstelle ab unter einem spitzen Winkel zurückgebogen; auch ist in diese Contactstelle noch ein metallener Stift eingeschmolzen, um Wärme aus der Heizflamme nach der Contactstelle zu führen.

Solche Elemente sind nun zwanzig in einer Ebene kreisförmig angeordnet, wie unsere Figur 20 dies andeutet. Die positiven Cylinder bilden die Radien des Kreises, von den Contactstellen a aus gehen die Heizstifte b nach dem Centrum hin, wo sie durch eine Rundflamme erhitzt werden. Die Verbindung der Elemente erfolgt durch Kupferblechstreifen c, auf welche die ungleichnamigen Pole je zweier Elemente aufgelöthet sind; diese Streifen dienen zugleich dazu, die Wärme aus den Elementen abzuleiten und an die Luft abzugeben, weshalb

*) Spätere Bemerkungen Zöllner's s. in Poggend. Ann. Bd. 148 S. 640—649.

**) Carl's Repert. der Experimental-Physik. Bd. VIII, S. 189 u. f.

auch noch Rollen dünnen Kupferbleches der Länge nach an sie angelöthet sind. Diese Wärmeableiter sind symmetrisch auf der Mantelfläche eines steifen isolirten Ringes d festgeschraubt und bilden mit diesem das Gestell der cylindrischen Säule. Die Lücke, welche inwendig frei gelassen wird, da die Heizstifte sich natürlich nicht berühren dürfen, ist durch ein Glimmerblatt geschlossen: die Flamme wird dadurch genöthigt, zwischen den Heizstiften durchzugehen und den größten Theil ihrer Wärme an dieselben abzugeben. Im Gestell ist noch ein cylindrischer Mantel aus Eisendraht-Geflecht derart angebracht, daß er einerseits die Ausstrahlung der Wärme aus der Flamme gegen das Gestell abschwächt und andererseits zur Aufstellung der Säule über dem Brenner dient.

Fig. 20.



Bei Anwendung einer Spiritusflamme stellt man die Säule unmittelbar auf die Tischplatte. Wenn man sich aber zur Heizung eines Bunsen'schen Brenners bedient, so wird auf das Tragekreuz desselben eine Blechscheibe und auf diese die Säule selbst mittels des erwähnten Drahtnetzes aufgesetzt. Man hat die Flamme so zu reguliren, daß sie nicht an die Contactstellen a schlage; die Heizstifte können bis zum Dunkelglühen erhitzt werden.

Die elektromotorische Kraft einer 20elementigen Säule fand Waltenhofen mittels der Temperaturbussole nach der Ohm'schen Methode = 19,4, die elektromotorische Kraft eines Bunsen'schen Elementes = 20 gesetzt; eine Vergleichung nach Fechners Methode der großen Widerstände gab 19,1, bezogen auf die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elementes = 12. Sonach ist die elektromotorische Kraft des Elementes ungefähr = 1. Die Heizstifte waren bei den Versuchen schwach glühend.

Der Widerstand der ganzen Säule war 1,119 nach Siemens'schen Maaße, oder 0,056 für das Element.

Der Preis einer solchen Säule (ohne Lampe) ist 12 fl. österreich.

Thermoelektrische Kette von Mure und Clamond. Diese Kette, auf welche schon vor mehreren Jahren Edm. Becquerel*) aufmerksam gemacht hat, besteht aus Bleiglanz (natürlichem Schwefelblei) als negativem und Eisen als elektropositivem Element. Die starke thermoelektrische Wirkung der Schwefelmetalle und besonders des Bleiglanzes ist schon längst bekannt; schon 1823 hat Cumming und Anfang der vierziger Jahre Hankel auf dieselbe aufmerksam gemacht. Beide Substanzen kommen zudem massenhaft vor und sind um billigen Preis zu beschaffen; sie sind außerdem bei den hier in Betracht kommenden Temperaturen vollkommen feuerbeständig. Daher entsprechen nach dem Urtheile von Du Moncel die Mure-Clamond'schen Thermosäulen allen Anforderungen, die man rücksichtlich der Billigkeit der Anschaffung und des Betriebs, sowie der Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit zu stellen berechtigt ist. Eine Säule von 60 Elementen soll dasselbe leisten wie zwei Bunsen'sche Elemente.

Was die allgemeine Anordnung betrifft, so sind die einzelnen Paare so geordnet, daß sie einen hohlen Cylinder bilden, auf dessen Innenseite die zu erhitzenden Contactstellen liegen. Die speciellere Einrichtung ist verschieden, je nachdem die Heizung mit Gas, Petroleum oder Kokes erfolgen soll.

Unsere Fig. 21 giebt eine Totalansicht der Säule für Gasheizung. Man sieht bei E die übereinander liegenden Schichten kreisförmig geordneter Elemente, welche durch Kupferbänder zusammen gehalten werden, eines dieser Bänder trägt die beiden Klemmen I I' für den Leitungsdraht. F ist der untere Theil des Heizapparates, in welchen unten das Gaszuleitungsrohr mündet; G ist der Schornstein, der zur Vermehrung des Zuges noch durch einen Aufsatz verlängert werden kann.

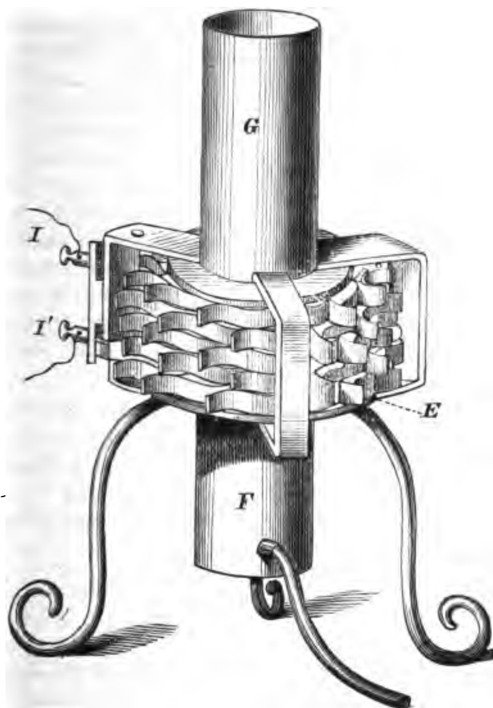
Die Art und Weise, wie die Bleiglanz- und Eisen-Elemente

---

*) Comptes rendus 1869, mai 31. Genauere Beschreibung mit Abbildungen enthält der Exposé des applications de l'électvicité par le c^te Th. du Moncel. 3e éd. Tome premier. Paris, E. Lacroix. 1873. S. 421 u. f.

in jeder der kreisförmigen Schichten oder Kronen geordnet sind, ist aus der Fig. 22 ersichtlich. A sind die Eisenplättchen, welche an den innern Enden der mechanisch zugeschnittenen Bleiglanzelemente C angelöthet, bei B umgebogen und wieder an der Außenseite der Bleiglanzplatten angelöthet sind. Zur Isolirung der

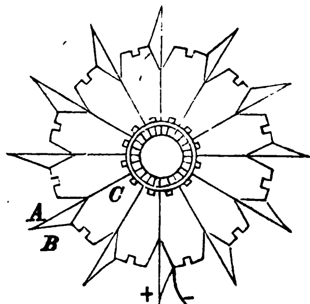
Fig. 21.



einzelnen Elemente dienen Glimmerplättchen. Endlich sieht man in der Mitte den Querschnitt des aus zwei concentrischen, durchlöcherten Cylindern gebildeten Brenners; durch die ringförmige Oeffnung strömt das Gas, der innere Hohlraum dient zur

Luftzuführung. Durch die Einrichtung dieses Brenners wird bewirkt, daß die Löthstelle jedes einzelnen Bleiglanz-Eisen-Paares gleichsam durch eine besondere Flamme erhitzt wird. Die innere Brennerröhre nämlich findet innerhalb der Elemente ihre Fortsetzung in einer durchlöcherten Röhre aus feuerfestem Thon. Durch die Löcher, welche den Löthstellen gegenüber liegen, tritt nun die Luft in den Gasstrom welcher unten aus der ringförmigen Oeffnung zwischen beiden Brennerröhren austritt, und wenn man denselben von oben her, durch eine Oeffnung im untern Theile des Schornsteines, entzündet, so bildet sich bei jeder Löthstelle eine lebhaft heizende Flamme. Man hat den Gaszutritt so zu reguliren, daß die Flamme nicht über den obern Theil des durchlöcherten Rohres hinausragt.

Fig. 22.



Bei einer Batterie dieser Art von 150 großen Elementen war die Intensität so groß wie bei fünf Bunsen'schen Elementen mittler Größe; bei einer andern von 560 kleinen Paaren, nach Spannung geordnet, war die Intensität der von 60 Daniell'schen Elementen gleich. Der Gasverbrauch betrug in beiden Fällen ungefähr 800 Liter stündlich.

Ganz ebenso sind die Batterien für Petroleumheizung eingerichtet, nur befindet sich hier unterhalb des Brennerrohres noch der Gaserzeuger und das Oelbasin; letzteres dient bei kleinen Batterien zugleich als Fuß, bei großen ist es seitwärts angebracht. Aus dem Oelgefäß steigt ein Amianthdocht in einen Kupferrohr auf, welches da wo der Draht endet, sechs durch einen Schieber schließbare Löcher hat. Dort wird das Petroleum entzündet, verbrennt aber hier nur unvollständig und entwickelt brennbare Dämpfe, die nach dem eigentlichen Brenner emporsteigen, der wie oben beschrieben eingerichtet ist, nur daß sich

am unteren Ende ein Paar besondere Luftzuführungsröhrchen befinden.

Eine Batterie von 72 kleinen Paaren verbrauchte stündlich 60 Gramm Petroleum.

Complicirter und mehr Raum beanspruchend ist die Einrichtung für Gasfeuerung. Es ist hier ein doppeltes Rostsystem angebracht. Der unterste Rost besteht aus kreisförmigen Stäben, ist mit einem Scharnier versehen und mittels eines Riegels zu öffnen. Auf ihm wird das Brennmaterial angezündet. Darüber befindet sich der andere, cylindrische Rost, dessen Stäbe den einzelnen Contactstellen der Elemente entsprechen. Das Material wird auf diesen Rost vorn aufgeschüttet, nachdem unten Papier, Holz und etwas Kokes in Brand gesetzt worden sind.

Dieses System ist nur für größere Batterien brauchbar. Eine Batterie von 150 Paaren, an Wirkung gleich fünf Bunsen'schen Elementen, verbrauchte stündlich ein Kilogr. Kokes.

Thermoelektrisches Verhalten von Metallen beim Schmelzen. A. von Obermayer hat die elektromotorischen Kräfte von Eisen-Zinn, Eisen-Blei, Eisen-$PbSn_3$, Eisen-Zink, Kupfer-Zink und Eisen-Wismuth-Elementen beim Schmelzen des leichtflüssigen Bestandtheiles mit Kupfer-Neusilber-Elementen bei einer Temperatur Differenz der Löthstellen von 100° C. verglichen und gefunden, daß die elektromotorische Kraft der genannten Elemente während des Schmelzens und Erstarrens nahezu denselben Werth hat und keine sprungweisen Aenderungen erleidet.*)

Pflanzenelektricität.

Seitdem E. du Bois-Reymond den experimentalen Nachweis geliefert hat, daß in dem lebenden thierischen Gewebe in gesetzmäßigem Verlaufe elektrische Ströme kreisen, und daß die Veränderungen der Lebenserscheinungen: Ruhe und Thätigkeit, erhöhte und verminderte Erregbarkeit und Leistungsfähigkeit, sich in analogen Veränderungen der elektromotorischen Wirksamkeit der betreffenden Organe wiederspiegeln, lag der Gedanke nahe, auch im Pflanzenreiche eine gesetzmäßige elektromotorische

*) Wiener Akad. Anzeiger 1872 No. XVII.

Thätigkeit anzunehmen. Denn die Lebenserscheinungen im Thier- und Pflanzenreiche sind qualitativ nicht verschieden; die Stoffvorgänge zerfallen bei beiden in Assimilation, d. h. Aneignung und synthetische Umbildung von Stoff zum Aufbau der Organe, und in Stoffwechsel, d. h. Verbrauch, Zersetzung von Organstoffen zum Zwecke der Krafterzeugung des Organismus. Während aber bei den Thieren der Verbrauch eigener Kraft und damit der Stoffwechsel in den Vordergrund tritt, waltet bei den chlorophyllhaltigen Pflanzen die Assimilation vor, zu welcher die Kraft von außen, von der Sonne geliefert wird. Diesem Gegensatz entsprechend darf man auch erwarten, daß das Gesetz der elektromotorischen Wirksamkeit im pflanzlichen Organismus in einen gewissen Gegensatz zu dem im Thierkörper waltenden stehen wird, eine Vermuthung, die durch eine von J. Ranke der Münchener Akademie der Wissenschaften mitgetheilte Arbeit ihre volle Bestätigung gefunden hat.*)

Schon frühere Forscher, namentlich Buff und Heidenheim hatten die Existenz elektrischer Ströme in den Pflanzen behauptet und durch Experimente nachzuweisen versucht. Sie fanden elektrische Ströme zwischen einer Pflanzenwunde und einer unverletzten Stelle der Pflanze, erkannten aber auch, daß diese Ströme nur von dem Gegensatze des Wassers zu den Pflanzensäften abhängig und nicht den Strömen in den thierischen Geweben, im lebenden Muskel oder Nerven, analog seien. In der Pflanzenwunde kommt nämlich die angelegte Elektrode mit dem chemisch differenten Saft, an der unverletzten Oberfläche aber mit dem indifferenten Wasser in Berührung, es muß sich daher in dem feinen Meßapparate ein Strom kund geben. Um nun jede chemische Differenz an den abgeleiteten Stellen zu vermeiden, mußten die zu prüfenden Pflanzenstücke aus dem Innern der Pflanze herausgeschnitten werden und es war dafür Sorge zu tragen, daß sie gleichmäßig mit Pflanzensaft getränkt wurden. Da ferner nach den Untersuchungen von Sachs viele Pflanzen selbst in ihren Säften je nach dem Orte, dem sie entstammen, verschiedene Reactionen, bald saure, bald alkalische zeigen können, so mußten Pflanzen ausgewählt werden,

*) Sitzungsber. der math.-physik. Klasse der kgl. Akad. d. W. zu München. 1872. Heft II. — Naturforscher 1872, Nr. 48.

bei denen dies nicht der Fall war. Endlich war bei der Wahl auf eine möglichst gleichartige Structur zu sehen. Ranke verwendete daher nackte Pflanzenstücke von gleichmäßig saurer Reaction auf der ganzen Oberfläche und von parallelfasrigem Bau, und zwar wurden zu den Fundamentalversuchen annähernd cylindrische Stücke aus dem Blattstiel von Rheum undulatum genommen, deren Längsachse mit der Blattstielachse zusammenfiel und welche durch zwei senkrecht auf diese Achse geführte Querschnitte begrenzt waren; ihre Länge betrug 2 bis 3 Centim., ihr Durchmesser 0,5 bis 1,5 Centimeter.

An solchen Pflanzenstücken hat nun Ranke mit dem von du Bois-Reymond für die thierische Elektricität benutzten Apparaten und Methoden elektrische Ströme nachgewiesen, welche ganz analog den Strömen des lebenden Muskels und der lebenden Nerven sind. Die Richtung des Pflanzenstromes ist aber entgegengesetzt derjenigen des Muskel- oder Nervenstromes: während dieser im Leitungsbogen vom Längsschnitte zum Querschnitte gerichtet ist, geht in der Pflanze der ihr eigne elektrische Strom im leitenden Bogen von Querschnitt zum Längsschnitt. Dem entsprechend giebt auch die Ableitung zweier Punkte des Längen- oder Querschnittes, die von der zugehörigen Mitte ungleich abstehen, schwache Ströme, die am Längsschnitt von dem entferntern Punkte zum näher liegenden, am Querschnitte entgegengesetzt gerichtet sind.

Die elektromotorische Kraft der Pflanzenströme von Rheum undulatum stimmt ungefähr mit der der Nervenströme überein.

Auch das Auftreten der Pflanzenströme ist, wie das der Ströme im thierischen Organismus, an das Leben des Gewebes geknüpft; freiwillig in feuchtem Raume abgestorbene Pflanzen zeigen diese Ströme nicht.

Uebrigens hat Ranke derartige Ströme außer an den Rheumblatt-Präparaten noch an 62 andern Pflanzen nachgewiesen, auch an Wurzel- und Stengelabschnitten.

Er knüpft an die gewonnenen Resultate folgende Bemerkungen:

„Es steht nun fest, daß das Leben der Pflanze in ganz analoger Weise wie das Leben der animalen Organismen mit gesetzmäßigen elektromotorischen Erscheinungen verknüpft ist. Es hat sich damit ein neuer Kreis geschlossen, welcher das Leben

der gesammten organischen Welt in einer uns bisher noch unbekannten Richtung zu einer Einheit zusammenfaßt; es zeigt sich, daß auch in dieser Beziehung ein einheitliches Gesetz die gesammte Organisation beherrscht. Entsprechend der qualitativen Gleichheit der Lebensvorgänge im Thier- und Pflanzenreiche sehen wir die Gesetze der thierischen und der pflanzlichen Elektricität Punkt für Punkt sich decken. Sowohl die thierischen als die pflanzlichen Elektromotore zeigen starke Ströme zwischen Querschnitt und Längsschnitt, sie zeigen ebenso beide die charakteristischen, für die Theorie unentbehrlichen, schwachen Längsschnitt- und Querschnittströme. Aber entsprechend dem charakteristischen, quantitativen Gegensatze in den chemischen Lebensvorgängen bei Pflanze und Thier, sehen wir die Richtung der Pflanzenströme der Richtung der Ströme animaler Elektromotore entgegengesetzt . . . Ein näheres Eingehen auf die inneren Ursachen der Pflanzenelektricität erscheint zunächst noch nicht gerechtfertigt. Doch ist soviel klar, daß wir durch den Nachweis des Gesetzes der Pflanzenelektricität und seiner Gleichartigkeit mit dem Gesetze der Muskel- und Nervenelektricität uns nun auch das Recht erworben haben, die du Bois-Reymond'sche Molekularhypothese der thierischen Elektricität auf die Pflanzenelektricität zu übertragen. Wir dürfen uns auch das Innere der regelmäßig elektromotorisch wirkenden Pflanzentheile (wie wir dies nach der genannten Hypothese bei den Muskeln und Nerven thun) gleichmäßig erfüllt denken von kleinen, in eine leitende Substanz eingebetteten peripolar angeordneten Molekülen, deren Achsen, welche die beiden Pole jedes Moleküles verbinden, sämmtlich unter einander und der Achse des Pflanzentheiles parallel sind. Die Theorie der animalen Elektromotore fordert für jedes der Moleküle zwei negative Polar- und eine positive Aequatorialzone; das Gesetz der Pflanzenelektricität verlangt dagegen für jedes ihrer Moleküle zwei positive Polar- und eine negative Aequatorialzone.

Eine weitere Aufgabe wird es sein, nachzuweisen, ob auch die Pflanzenelektricität der negativen Schwankung des elektrischen Stromes gereizter Muskel- und Nervenfasern analoge Schwankungen zeigt, während der Ruhe und der Thätigkeit des Protoplasmas."

Dauer des elektrischen Funkens.

Ueber diesen Gegenstand haben in den letzten Jahren F. Lucas und A. Cazin eingehende Untersuchungen angestellt.*)

Wheatstone hat zuerst auf ein Hilfsmittel zu Messung der Dauer des elektrischen Entladungsfunkens aufmerksam gemacht. Es besteht in einem rasch rotirenden Spiegel. Obwohl der Funken einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine bei Benutzung dieses Apparates keine Zeitdauer erkennen läßt, so erscheint doch bei den Funken elektrischer Batterien ein deutlich in die Breite gezogenes Bild, zum Zeichen, daß der Funke eine merkliche Zeit hindurch fortbesteht. Feddersen hat auf diese Weise die Dauer des Funkens messen und seine verschiedenen Phasen genauer studiren können.

Die Untersuchungen von Lucas und Cazin sind mit einem andern Apparate angestellt. Das Chronoskop, dessen sie sich zur Messung der Zeitdauer bedienten,**) hat Aehnlichkeit mit dem Becquerel'schen Phosphoroskop (Jahrg. IV dieses Jahrb. S. 88). Eine auf einer Seite geschwärzte Glimmerscheibe von 15 Centimeter Durchmesser, welche am Rande durch durchsichtige Striche in 180 gleiche Theile getheilt ist, ist auf einer horizontalen Achse befestigt, die bei den Versuchen mittels einer Hugon'schen Gasmaschine in rasche Rotation (100 bis 300 Umdrehungen in der Sekunde) versetzt wurde. Diese Scheibe rotirt im Innern einer Büchse, deren Innenseite geschwärzt ist, und in deren Vorderwand sich ein Fenster befindet, auf welches ein Fernrohr gerichtet ist. Die Rückwand der Büchse wird durch eine zweite opake Scheibe gebildet, welche jenem Fenster gegenüber sieben transparente Theilstriche hat, die einen Nonius bilden, mit dessen Hilfe man noch Sechstel der Theile auf der rotirenden Scheibe ablesen kann. Zur Ladung der Leidener Flasche, deren Funken untersucht wurden, wandten Cazin und Lucas eine Holtz'sche Maschine an, die gleichfalls von dem erwähnten Gasmotor bewegt wurde.

---

*) Comptes rendus, 1870 avril 25, S. 923 und juin 20, S. 1342, 1872 janv. 15, S. 180; den Bericht von Edm. Becquerel findet man Comptes rendus, 1872 juillet 8, S. 66.

**) Eine Beschreibung dieses Chronoskopes (nach D'Almeida, Journal de Physique. 1872, No. 8) enthält auch Carl's Rep. der Exper.-Physik, Bd. VIII, S. 325.

Die Funken sprangen zwischen ein Paar Kugeln über und die Mitte des Funkenweges bildete den Brennpunkt einer Linse, welche die Strahlen rechtwinklig auf den oben erwähnten Nonius warf. Ein Beobachter hat nun durch das Fernrohr zu sehen und die Anzahl der Theilstriche, welche er bei jedem Funken beobachtet, anzusagen, ein zweiter Beobachter notirt diese Zahlen und zählt die Touren der Scheibe. Bedeutet

N die Anzahl der beobachteten Funken,
S die Gesammtzahl der gezählten Striche,
n die Anzahl der Touren,

so ist die Dauer eines Funkens, in Milliontheilen einer Sekunde ausgedrückt,

$$y = \frac{10000}{12n} \left(\frac{S}{N} - \mu \right),$$

wo μ eine Constante ist, die bei dem beschriebenen Apparate den Werth 0,70 hatte und im Allgemeinen aus der Formel

$$\mu = \frac{6 \; (\varepsilon + \varepsilon')}{\omega}$$

berechnet wird, wenn ε und ε' die Angularbreite der Striche bezientlich auf der Glimmerscheibe und dem Nonius bedeutet und ω der Winkel zwischen den Mitten zweier aufeinander folgenden Strichen der Glimmerscheibe ist.

Es zeigte sich nun, daß die Dauer des Funkens zunächst abhängig ist von der Oberfläche der Batterie oder, was dasselbe ist, von der Anzahl der Flaschen. Indem die beiden Experimentatoren diese Zahl s von 1 bis 9 variirten, erhielten sie die Formel

$$y = k \, (1 - a^s).$$

in welcher der Parameter a von der Schlagweite unabhängig ist. Für eine Zinkkugel von 11 Millim. Durchmesser ergab sich $a = 0{,}80361$; was die Constante k anlangt, so hatte dieselbe bei einer Entfernung der Kugel = 2,292 Millim. den Werth 33,05355, bei einer Entfernung von 5 Millim. aber den Werth 66,4802.

Als Einheit für die Größe s wurde eine Flasche von 1243 Quad.-Centimeter äußern Belegs angewandt.

Die Dauer des Funkens ist aber auch von der Schlagweite l abhängig nach dem Gesetze

$$y = K\,(1-b^l),$$

wobei die Größe b von der Oberfläche des Condensators unabhängig ist. Für ein Paar Platinkugeln von 7 Millim. Durchmesser war b = 0,93955; K hatte bei 7 Flaschen den Werth 125,972, bei 3 aber den Werth 77,3512.

Die vorstehenden beiden Formeln für y geben vereinigt

$$y = h\,(1-a^s)\ 1-b^l),$$

in welcher Formel a und b von der Substanz und vom Durchmesser der Kugeln unabhängig sind. Was den Faktor h anlangt, so fanden Lucas und Cazin

für	Kugeln	aus	Zink	von	11	Millim.	Durchm.	h =	249
"	"	"	Kupfer	"	7	"	"		211
"	"	"	Messing	"	11	"	"		200
"	"	"	"	"	30	"	"		198
"	"	"	Kohle	"	14	"	"		185
"	"	"	"	"	27	"	"		190
"	"	"	Zinn	"	11	"	"		179
"	"	"	Platin	"	7	"	"		162

Man sieht hieraus, daß h mit dem Stoffe der Kugel variirt, aber nicht wesentlich vom Durchmesser derselben abhängig zu sein scheint.

Endlich ist die Dauer des Funkens auch abhängig von der Größe des Widerstandes im Schließungsdrahte. Unsere Autoren geben für diese Abhängigkeit die Formel

$$y = \frac{y_0}{1 + cr^{\frac{4}{5}}}$$

wo y_0 die Dauer des Funkens darstellt, welche dem Widerstande Null zwischen der Batterie und der Kugel entspricht,

r das Maaß des Widerstandes und

c eine von der Wahl der Widerstands-Einheit abhängende Constante.

Wenn man als Widerstands-Einheit den Widerstand in einem 1 Meter langen Messingdrahte von 0,338 Millimeter Durchm. annimmt, so ist c = 0,646966. Bei den Versuchen war die Batterie mit den Kugeln durch Kupferdrähte von 0,9 Millim. Durchmesser und 3,78 Meter Gesammtlänge verbunden,

gleichwerthig mit 0,143 Widerstands-Einheiten. Wurde nun mehr Draht von 0,338 Millim. Durchmesser eingeschalten, so war r gleich der eingeschaltenen Länge in Metern, vermehrt um 0,143. Bei einer ersten Versuchsreihe wurde r von 0,143 bis 30 Meter variirt, die Versuche wurden mit einer Batterie von 4 Flaschen und mit Platinkugeln von 8 Millim. Abstand angestellt. Dabei fand sich $y_0 = 41,806$.

Bei einer andern Versuchsreihe wurden 8 Flaschen benutzt und der Abstand der Platinkugeln betrug nur 5 Millim.; dabei erhielt man für y_0 den vom vorigen nur wenig abweichenden Werth 40,40.

Faßt man diese drei Gesetze zusammen, so erhält man die Formel

$$y = H \frac{(1-a^s)\ (1-b^l)}{1 + cr^{\frac{4}{5}}},$$

wo H eine von der Substanz der Kugeln, aber nicht von ihrem Durchmesser abhängige Constante ist. Dieses ist die allgemeinste Formel, welche die Abhängigkeit der Dauer des Funkens von der Oberfläche s des Condensators, der Schlagweite l und dem Widerstande r im Schließungskreise ausdrückt, unter der Voraussetzung, daß die Flaschen nach der Oberfläche mit einander verbunden sind.

Erfolgt aber die Verbindung kaskadenförmig, so ergiebt sich eine andere Funkendauer. Gesetzt man vereinige zwei Batterien von α und β gleichgroßen Flaschen zu einer einzigen von der Fläche $\alpha + \beta$, so giebt obige Formel eine gewisse Funkendauer y. Wenn man aber dieselben zwei Batterien kaskadenförmig verbindet, so ergiebt der Versuch eine Funkendauer Y, welche kleiner ist als y und zwar ergaben die Versuche zwischen Y und y den Zusammenhang

$$Y = 4y \left[\frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2}\right]^{\frac{4}{5}}.$$

Bei einer Versuchsreihe beispielsweise wurden 6 Flaschen verwendet, y hatte den Werth 34,13 und es wurden folgende Zahlwerthe gewonnen:

Gruppen . .	$\alpha = 5, \beta = 1,$	$\alpha = 4, \beta = 2,$	$\alpha = 3, \beta = 3.$
Y beobachtet.	9,71	17,81	22,45
Y berechnet .	9,81	18,37	21,50.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß ein Funken einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine auch bei dieser Beobachtungsmethode keine merkliche Dauer erkennen ließ, und daß die Dauer der bei Batterien beobachteten Funken zwischen 4 und 86 Milliontel Sekunden variirten.

Lichtenberg'sche Figuren.

Die Lichtberg'schen Staubfiguren, welche man erhält, wenn man erst einen elektrischen Funken auf eine Harztafel schlagen läßt, und letztere dann mit einem feinen Pulver bestäubt, sind zwar schon früher vielfach studirt worden, indessen ohne daß ihre Entstehung vollständig erklärt, oder die Umstände, welche ihre Größe und ihre unendlich mannichfachen Gestalten bedingen, näher aufgeklärt worden sind. Neuerdings hat nun Wilh. von Bezold in München wieder Versuche über diesen Gegenstand angestellt,*) hauptsächlich in der Absicht, die Abhängigkeit der Größe und der auffallendsten Formverschiedenheiten von der Beschaffenheit der Probeplatte, sowie von der Menge und Spannung der angewandten Elektricität zu erforschen.

Als Quelle der Elektricität diente eine kleine Scheibenmaschine. Als Probeplatten wurden gewöhnlich Tafeln von Ebonit (Horngummi) benutzt, die auf ihrer Unterseite mit einer Stanniolbelegung versehen waren, welche sorgfältig zur Erde abgeleitet war. Die Entladung wurde in der Weise auf diese Tafeln geleitet, daß einer der Conductoren der Maschine durch einen Draht mit der einen Kugel eines Sauerwald'schen Funkenmikrometers verbunden, die andere Kugel aber mit einer als Zuleiter dienenden feinen Stricknadel in Verbindung gesetzt wurde, welche an einem Gestell isolirt befestigt und auf die Platte aufgesetzt wurde.

Die wesentlichsten Ergebnisse dieser Untersuchung sind nun folgende:

Der Charakter einer Lichtenberg'schen Figur hängt vor allem ab von der Art der Entladung. Auch bei einfachen positiven Entladungen sind verschiedene Typen vorhanden, je nach der Zeit welche die Bildung der Figur in An-

**) Poggend. Ann. Bd. 144, S. 337.

spruch nahm. Rasche Entladungen bedingen regelmäßige Figuren mit zahlreichen geradlinigen gleichlangen Strahlen, alle Umstände aber, welche die Entladung auf die Platten verzögern — z. B. Einschaltung eines feuchten Leiters zwischen die Probeplatten und die Elektricitätsquelle — verursachen Verzerrungen der Figuren, dieselben enthalten dann eine geringere Anzahl unregelmäßig verkrümmter und ungleich langer Aeste.

Die Größe der Lichtenberg'schen Figuren hängt unter sonst gleichen Umständen — bei gleichem Schließungsbogen, gleicher Probeplatte 2c. — nur von der Spannung ab, welche nach Verbindung des geladenen Systemes mit dem Zuleiter auf beidem zusammen herrscht. War die auf dem Systeme vorhandene Elektricitätsmenge einigermaßen groß gegen die Menge, welche sich in Form der Figur auf die Platte lagert, so ist diese Endspannung nahezu gleich der ursprünglich auf dem Systeme herrschenden. Alsdann ist die Größe der Figuren nur bedingt durch die Spannung der Elektricität auf dem als Quelle dienenden Systeme, d. h. durch die Schlagweite.

Die Dicke der Probeplatte und die Größe der Belegung sind nur von untergeordnetem Einflusse auf die Dimensionen der entstehenden Lichtenberg'schen Figuren. Nur bei ganz dünnen und ganz dicken Platten macht sich ein solcher Einfluß entschieden geltend, und zwar werden die Figuren in beiden Fällen kleiner als bei mittleren Dicken. Zugleich ändert sich die Art der Entladung, indem sie durch geringere Dicken beschleunigt wird. Hierbei ändert sich auch das Größenverhältniß der positiven und negativen Figuren.

Die Größe der Belegung übt erst dann einen Einfluß, wenn sie den Dimensionen der entstehenden Figuren nahe kommt oder unter dieselbe herabsinkt.

Auf ganz dünnen Platten, wie man sie durch Ueberziehen von Metallplatten mit einer Firnißschicht erhält, übertreffen die negativen an Größe die positiven Figuren. Sie nehmen dann auch einen andern Charakter an, so daß man sie auf den ersten Anblick gar nicht für Lichtenberg'sche Figuren erkennen würde, wenn man nicht durch Anwendung verschieden dicker Schichten die Uebergänge herstellen könnte.

Die Größe und der Charakter der Figuren werden unter sonst gleichen Umständen nicht beeinflußt durch das Material

des Isolators, sofern dieser keine anisotrope krystallinische oder verwandte Struktur hat; nur die Schönheit und Dauerhaftigkeit der Figuren wird durch das Material des Isolators bedingt.

Häufig ist es unmöglich, durch nachfolgendes Bestäuben eine Figur zu erhalten; dann muß man das Pulver vorher aufstreuen und erhält dann sogenannte vertiefte Figuren, welche ihrer Größe und allen Einzelheiten der Form nach von dem Materiale des Isolators völlig unabhängig sind.

Bisweilen sind die Lichtenberg'schen Figuren fortwährenden Veränderungen unterworfen, so daß man auch von einer positiven Figur nach einiger Zeit nur noch einen verwaschenen Fleck vor sich hat. Diese Veränderungen gehen bald langsam vor sich, so daß sie einen ganzen Tag in Anspruch nehmen, bald finden sie schon während des Bestäubens ihren Abschluß. In diesem Falle sieht man dann, wie die ersten Pulverkörnchen sich zu den Strahlen des positiven Sternes anordnen, während die folgenden Mengen dieses Bild wieder verwischen. Die von Biot ausgesprochene Meinung, daß kleine Milben die Ursache dieser Veränderungen seien, ist bei Anwendung von Schwefel und Mennige zum Bestäuben der Platten zurückzuweisen.

Auf Krystallen, welche nicht dem regulären Systeme angehören, zeigen die Lichtenbergischen Figuren eine elliptische Gestalt, und es wird durch Versuche von Wiedemann dargethan, daß zwischen diesen elektrischen Staubfiguren und den von Sénarmont durch Abschmelzen eines Wachsüberzugs auf Krystallen erhaltenen Figuren ein enger Zusammenhang besteht, indem die Richtung der Achsen bei beiden dieselbe ist. Es verbreitet sich sonach die Elektricität auf eine Krystallplatte in der Richtung am schnellsten, in welcher die Wärmeleitungsfähigkeit am größten ist.

Solche elliptische Figuren erhält man nun auch auf anderen Körpern. Schon Lichtenberg selbst hat gefunden, daß man auch auf trockenem Holze Lichtenberg'sche Figuren erzeugen kann, scheint aber ihre elliptische Form übersehen zu haben. Es zeigen aber diese Figuren eine besondere Eigenthümlichkeit. Da nämlich nach Tyndall das Holz in der Richtung der Fasern die Wärme besser leitet, als senkrecht darauf, so sollte man erwarten, daß die große Achse der Ellipse in die Faserrichtung fällt. Dies

ist aber nicht der Fall; vielmehr steht die große Achse senkrecht auf der Faserrichtung.

Ueberdies sind die elektrischen Figuren auf Holz weniger excentrisch als die Sénarmont'schen: Bezold fand das Achsenverhältniß höchstens 5 zu 6 (bei Ahorn).

Daß die Dichtigkeit der Luft von großem Einflusse auf die Größe der Figuren ist, hat schon Lichtenberg bemerkt; das von Reitlinger aufgefundene Gesetz, nach welchem die Dimension der Figuren umgekehrt proportional ist der Dichtigkeit der Luft, hat Bezold bestätigt gefunden. Doch gilt der Satz nur von der positiven Figur und von dem centralen Flecke der negativen, nicht aber von dem staubfreien Ringe, der die letztere umgiebt.

Ferner gehen bei Bildung einer Lichtenberg'schen Figur im lufterfüllten Raume die Bewegungen der Elektricität auf der isolirten Platte so langsam von statten, daß von elektrischen Kräften nur die elektrostatische Fernewirkung in Betracht kommt. Diesen elektrostatischen Einflüssen ist aber die positive Figur, sowie der staubfreie Ring der negativen in viel höherem Grade unterworfen, als die negative Figur, und aus der großen Verschiedenheit, die in dieser Hinsicht obwaltet, ist zu schließen, daß der Mechanismus der Entladung in beiden Fällen ein gänzlich verschiedener ist.

Im Verlauf seiner Arbeit ist Bezold auch in Besitz der nöthigen Unterlagen zu einer Prüfung der verschiedenen Hypothesen gelangt, welche man über die Bildung der Lichtenberg'schen Figuren aufgestellt hat. Unter diesen verdient zunächst die von Rieß Beachtung, der zufolge durch die Entladung zuerst feuchte Luft gegen die Fläche geblasen und diese dadurch negativ elektrisch gemacht werden soll. Die nachfolgende Elektricität würde dann eine gleichnamig elektrisirte Fläche treffen, wenn sie positiv ist. Deshalb soll die negative Elektricität zusammengehalten werden, während die positive sich ausbreitet. Wie schon Reitlinger und von Waltenhofen spricht auch Bezold sich gegen diese Hypothese aus, dagegen hat er den von Reitlinger vermutheten Zusammenhang zwischen den Lufterscheinungen in den Geißler'schen Röhren und den Staubfiguren durch seine Versuche bestätigt gefunden. Führt man die Versuche im Dunkeln aus, so sieht man besonders im luftverdünnten

Raume dieselben Figuren als leuchtende Erscheinungen, welche beim nachfolgenden Bepudern als Staubfiguren auftreten. Dabei beschränkt sich bei einer positiven Entladung die Lichterscheinung fast nur auf die Oberfläche der Platte, während bei der negativen Entladung der Zuleiter bis in ziemliche Höhe von blauviolettem Licht umgeben erscheint. Durch künstliche Hindernisse, welche man der entstehenden Figur in den Weg legt, z. B. kleine auf die Tafel aufgesetzte Platten von Hartgummi, läßt sich die gleiche Eigenthümlichkeit der beiden Arten von Entladung nachweisen. Da man bei den Geißler'schen Röhren sich keinen andern Träger der Elektricität denken kann als das Gas, in welchem die Entladung stattfindet, und die Natur und der Zustand desselben auch bei den Lichtenberg'schen Figuren unter allen mitwirkenden Ursachen die weitaus bedeutendste Rolle spielt, so liegt es nahe, die Ursache der Formverschiedenheit der Figuren in verschiedenen Bewegungsformen des umgebenden Gases, beziehentlich der Luft, zu suchen. Auch bei dem Aus- und Einströmen von Flüssigkeiten aus oder in feine Röhren, welche eine größere horizontale Fläche der gleichen Flüssigkeit berühren, treten Erscheinungen ein, welche den Lichtenberg'schen Figuren vollkommen analog sind. Kleine Körperchen, welche als Marken auf der Flüssigkeit schwimmen, ordnen sich in dem einen Falle zu einem Ring oder Fleck, im andern zu einem Sterne an.

Dies führt zu der Vermuthung, daß bei der positiven Entladung eine Bewegung gegen den Zuleiter hin stattfinde, bei der negativen eine solche vom Zuleiter gegen die Peripherie, die aber dann nicht im radialen Sinn bleiben kann, sondern zu Wirbelbewegungen Anlaß geben muß. Hiermit stimmt auch das verschiedene Verhalten des positiven und negativen Lichtes der Geißler'schen Röhren gegen Magnete überein.

Ist aber diese Anschauung wirklich begründet, so müssen die charakteristischen Formverschiedenheiten der elektrischen Staubfiguren eine vollkommene Umkehrung erfahren, wenn man nicht, wie gewöhnlich, die Entladung von einer Spitze oder überhaupt einem Centrum aus auf die Platte gehen läßt, sondern von einer Peripherie aus gegen ein Centrum. Wirklich nehmen auch dann die negativen Figuren den strahligen Charakter an, während die positiven reine und stumpfe Ränder zeigen; auch

ist dann unter sonst gleichen Umständen die Ausdehnung der negativen Figuren größer als die der positiven.

Sonach glaubt Bezold, daß man zu der Annahme berechtigt ist, daß die Formverschiedenheit der Figuren dadurch entsteht, daß bei der Entladung positiver Elektricität auf eine Platte die Bewegung der elektrisirten Gastheilchen von außen nach innen, und zwar dicht an der Oberfläche vor sich geht, bei negativen hingegen von der Achse eines Kegels aus, der den Zuleiter bis auf mäßige Höhe umgiebt und dessen Basis die negative Figur ist. Die negative Figur wäre demnach begleitet von einer Bewegung von innen nach außen und von oben nach unten, wenn der Zuleiter senkrecht auf die obere Fläche der Probeplatte aufgesetzt ist.

Zum Schlusse dieses Abschnittes mögen mögen noch kurz die Beschreibungen von ein Paar Apparaten hier einen Platz finden.

Das verticale Wagebalken-Galvanometer

von Bourbouze, Präparator für Physik an der Faculté des Sciences in Paris, hat die Bestimmung, auch die schwächsten Strömewirkungen einem zahlreichen Auditorium sichtbar zu machen ohne die Anwendung der Projektionen.*) Den Haupttheil desselben bildet ein magnetisirter stählerner Wagebalken, welcher in seiner Mitte einen vertical aufwärts gerichteten langen Zeiger trägt, dessen Bewegungen auf einem getheilten Kreisbogen sichtbar werden. Ein Paar an beiden Seiten des Wagebalkens angebrachte verschiebbare Gewichte dienen dazu den Balken richtig horizontal zu stellen, während ein ähnliches Gewicht am untern Theile des Zeigers, wie bei Präcisionswagen zum Heben und Senken des Schwerpunktes und damit zur Regulirung der Empfindlichkeit dient. Der Wagebalken selbst befindet sich im Innern einer großen flachen Multiplicatorrolle mit horizontalen Windungen. Ist nun der Zeiger auf den Nullpunkt der Skala eingestellt, so bewirkt schon der geringste Strom eine sichtbare Bewegung desselben; der Zeiger bewegt

*) Beschreibung und Abbildung in Carl's Repert. der Exper.-Physik. Bd. VIII, S. 242.

sich z. B. um ein großes Stück, wenn man nur einer in die Leitung eingeschalteten Thermosäule die Hand nähert.

Es ist übrigens bei Aufstellung des Instrumentes nicht nöthig, den Balken genau in die Ebene des magnetischen Meridianes zu bringen; es genügt, wenn der südliche Theil der durch den Balken gehenden Vertikalebene einen Winkel mit dem südlichen Theile der Declinationsnadel einschließt, der kleiner ist als 90°.

Das Instrument ist durch Prof. Carl's physikalische Anstalt in München zu beziehen.

Neuer elektromagnetischer Rotationsapparat.

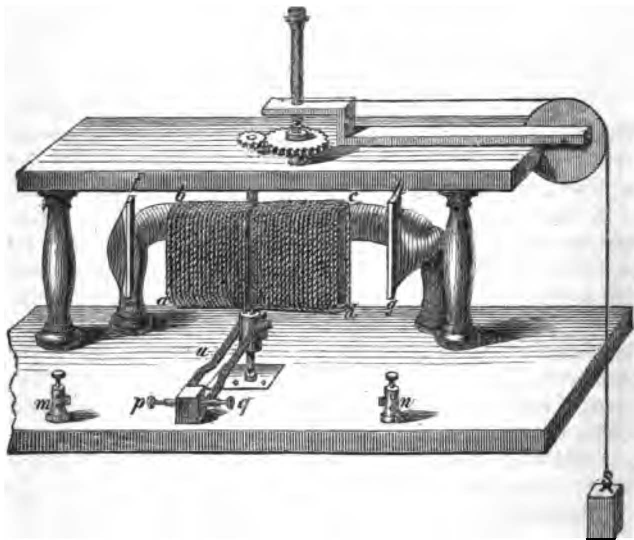
Ein solcher besonders für Vorlesungsversuche brauchbarer Apparat, der schon mit zwei guten Bunsen'schen Elementen verhältnißmäßig bedeutende Resultate liefert, ist von G. Krebs in Wiesbaden angegeben und in Prof. Carl's physik. Werkstatt in München ausgeführt worden.*) Die sonst üblichen derartigen Apparate leiden, abgesehen davon, daß die Polflächen des beweglichen und des festen Elektromagneten bei ihnen gewöhnlich nicht direkt gegenüber stehen, hauptsächlich noch an dem Uebelstande, daß diese Flächen viel zu klein sind, um eine einigermaßen starke Anziehung und Abstoßung bewirken zu können, daher man einen ziemlich starken elektrischen Strom (4 bis 6 Bunsen'sche Elemente) braucht, um nur einigermaßen merkliche mechanische Wirkungen zu erzielen.

Bei dem in Figur 23 abgebildeten Krebs'schen Apparate ist der bewegliche Elektromagnet eine 18 Centim. lange und 9 Centimeter hohe Eisenplatte abcd, welche in der Mitte $^1/_2$ und an den Polen ab und cd 1 Centim. dick ist. Sie ist um eine durch ihre Mitte gehende Achse drehbar, an welcher unten ein Commutator u, oben aber ein Zahnrad angebracht ist, welches dazu dient eine zweite Achse in Rotation zu setzen, und so ein an einer Schnur befindliches Gewicht zu heben. Als fester Elektromagnet dient ein gebogenes Eisenband efgh, welches an den Polenden ef und gh 9 Centim. hoch und 1 Centim. dick, weiter nach der Mitte hin aber weniger

*) Carl's Repert. Bd. VIII, S. 373.

hoch und dick, in der Mitte selbst nur 3 Centim. hoch und $1/2$ Centim. dick ist. Jeder der beiden Elektromagneten ist mit einer Lage dicken, übersponnenen Kupferdrahtes umwickelt; m und n sind die Klemmen für die Umwindungen des festen, p und q diejenigen für den beweglichen Elektromagneten, von letzteren aus gehen die am Commutator schleifenden Federn.

Fig. 23.



Schon ein einziges Bunsen'sches Element, in dessen Polschrauben je zwei Leitungsdrähte eingefügt sind, von denen das eine Paar mit m und p, das andere mit n und q verbunden ist, genügt zur Ingangsetzung des Apparates und Hebung von etwa $1/2$ Kilogr. Zwei Zinkkohlenchromsäure-Elemente leisten ungefähr dasselbe. Bei Anwendung von zwei guten Bunsen'schen Elementen aber erhält man schon eine sehr rasche Rotation und kann etwa 2 Kilogr. heben.

Zweckmäßig ist es, die Stützen des festen Magneten innerhalb geringer Grenzen verschiebbar zu machen. Denn beim Schließen des Stromes wird der feste Magnet sehr leicht so stark gegen den drehbaren hingezogen, daß er dessen Bewegung hemmt; man muß dann die Stütze etwas zurückziehen, damit die Eisenplatte ungehindert rotiren kann.

Meteorologie.

Wirbelstürme.

Bekanntlich werden zwei Hauptarten von Stürmen unterschieden, nämlich solche, die, wie die Passate, sich stromartig bewegen und bei denen die Windfahne zugleich das Fortschreiten des Sturmes angiebt, und die Wirbelstürme, bei denen die Luft in einem in gewisser Richtung fortrückenden Wirbel kreist, wo also die Windfahne nur die locale Windrichtung anzeigt, welche rechtwinklig auf der Fortpflanzungsrichtung des Winkels stehen, ja ihr selbst entgegengesetzt sein kann. Die Seefahrer haben beide Arten schon längst durch die Namen Gales und Hurricanes unterschieden. An unseren norddeutschen Küsten scheinen die ersteren, die mit SSW. und SW. einsetzen und meist mit WNW. und NW. endigen, die häufigeren und gefährlicheren zu sein; auch die eisigen Nordstürme, welche den Arbeiten der deutschen Nordpolexpedition unter Koldewey so hinderlich waren, gehören hierher. Die Wirbelstürme dagegen treten schon an der irischen Küste häufiger auf und im Atlantischen Ocean, zumal in den nordamerikanischen und westindischen Gewässern sind sie ungleich häufiger und zerstörender als die stromartigen Stürme.

Practische Seeleute haben schon früh erkannt, daß die zerstörenden Orkane Wirbelstürme sind, und Colonel J. Capper, in Diensten der ostindischen Compagnie, hat schon im Jahre 1801 auf Grund zwanzigjähriger Erfahrungen diese Ansicht ausgesprochen (Observations on the Winds and Monsoons, London 1801), ja sogar die Durchmesser zweier ostindischen Wirbelstürme angegeben. Doch wurde diese Meinung von den

Physikern anfangs nicht beachtet. Brandes kam vielmehr in seiner im Jahre 1820 veröffentlichten Witterungsgeschichte des Jahres 1783 zu der Ansicht, daß die Orkane centripetale Stürme seien, bei denen die Luft von allen Seiten nach der Stelle hinströme, wo, durch den niedrigsten Barometerstand erkennbar, das atmosphärische Gleichgewicht gestört sei. Als dann am Weihnachsabende des Jahres 1821 nach einer längere Zeit schon anhaltenden stürmischen Witterung das Barometer in Europa bis zu einer auffallenden Tiefe sank, erließ Brandes in den wissenschaftlichen Zeitschriften eine Aufforderung zur Einsendung der zu jener Zeit angestellten Beobachtungen, und als Resultat der Vergleichung sprach er 1826 in seiner Dissertatio physica de repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observatis wiederum die Ansicht aus, daß eine unbekannte Ursache verminderten Druckes über die Erdoberfläche fortgeschritten und die Luft zu der jedesmaligen Stelle des niedrigsten Druckes von allen Seiten zugeströmt sei. Dagegen zeigte aber Dove in einer im Jahre 1828 im XIII. Bd. von Poggendorf's Ann. veröffentlichten Abhandlung „über barometrische Minima," daß alle Erscheinungen beim Weihnachtssturme 1821 sich durch die Annahme eines oder mehrerer großer, von SW. nach NO. fortschreitender Wirbel erklären lassen, während die Annahme eines allseitigen Zuströmens der Luft nach dem Centrum der Verdünnung hin mit den von Brandes gesammelten Beobachtungen unverträglich sei. Dove machte auch in derselben Arbeit darauf aufmerksam, daß nach seinen Untersuchungen die Rotationsrichtung der Wirbelstürme in der nördlichen und in der südlichen Hemisphäre verschieden sei.

Unabhängig von Dove wieß bald nachher, im Jahre 1831, der Amerikaner Redfield in Newyork (Silliman's Am. Journ. of science and arts, Vol. 20) nach, daß die amerikanischen Küstenwinde meist Wirbelstürme seien, die gegen die Sonne im Sinne S. O. N. W. sich drehen, und daß ihr Centrum, in welchem das Barometer auffallend tief steht, mit veränderlicher Geschwindigkeit fortschreitet. Redfield und vor allen dem Colonel William Reid verdanken wir auch eine genauere Kenntniß der Bahnen, welche die Mitten der westindischen Wirbelstürme beschreiben; letzterer wieß auch 1838 zuerst mit Gewißheit nach, daß die Wirbelstürme in beiden Hemi-

sphären eine gegen den Gang der Sonne gerichtete Bewegung haben, daß also die Drehung auf der südlichen Halbkugel in demselben Sinne erfolgt, wie bei den Zeigern einer Uhr, auf der nördlichen aber entgegengesetzt.

Indessen wurde seit 1836 in Amerika immer noch die Wirbeltheorie durch Espy und Hare lebhaft bestritten und dafür die Centripetal-Theorie vertheidigt. In der That haben auch Espy und Hare bei verschiedenen amerikanischen Tornados centripetale Luftströmungen nachgewiesen.

Ueber die Wirbelstürme der ostindischen und chinesischen Gewässer haben namentlich Piddington (seit 1839) und Thom (1845) ein reichhaltiges und werthvolles Material zusammengetragen. Von Piddington rührt auch der Name „Cyklone" her, mit welchem er jeden um ein Centrum kreisenden Wind bezeichnet. Seitdem ist die Literatur über die Wirbelstürme eine außerordentliche reiche geworden und schon Poey hat in den fünfziger Jahren ein Register von 450 Büchern und Abhandlungen, in denen sich interessante Mittheilungen über Wirbelstürme finden, veröffentlicht. Die Wirbelstürme des nördlichen Europa sind vor ein Paar Jahren von dem norwegischen Meteorologen Mohn in einem besonderen Werke, **Atlas des Tempêtes de l'Institut météorologique de Norvège, Christiania** 1870, behandelt worden.

Neuerdings hat Theod. Reye, Professor an der Universität Straßburg, ein Werk über die Wirbelstürme veröffentlicht, welches nicht nur eine Schilderung der betreffenden Erscheinungen, sondern auch den Versuch zu einer neuen Theorie derselben enthält.*)

Bevor wir zur Auseinandersetzung dieser Theorie verschreiten, mag es gestattet sein, nach dem Reye'schen Buche kurz die Haupterscheinungen einer Cyklone aufzuzählen.

Der Wind bewegt sich in einer Cyklone annähernd in Kreislinien um einen gemeinsamen

---

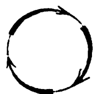
*) Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erdatmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnenatmosphäre dargestellt und wissenschaftlich erklärt von Dr. Theod. Reye, ordentl. Prof. a. d. Univ. Straßburg. — Mit 4 Sturmkarten zum Gebrauch für Seeleute, 30 Holzschn. u. Lithogr. — Hannover, Rümpler 1872. XVI u. 248 S. 8.

Mittelpunkt, der selbst fortschreitet, und zwar erfolgt die Drehung entgegengesetzt der täglichen Bewegung der Sonne, also auf jeder Hemisphäre so, wie es das Schema angiebt:

nördliche Hemisphäre



südliche Hemisphäre



Die Richtigkeit dieser Behauptung fällt sehr bald auf, wenn man eine größere Anzahl von Windrichtungen einer Cyklone in eine Karte einträgt, Besonders schön hat Redfield dies für den Cuba=Orkan vom 4. bis 7. October 1844 gethan, indem er aus 165 ausführlichen Berichten für zwanzig verschiedene Augenblicke die Windpfeile in seine Karte eintrug. Diese Windpfeile zeigen in Umkreisen von mehr als 800 Seemeilen Durchmesser Drehungen um das jeweilige Centrum an; zugleich aber beweisen sie eine merkliche Bewegung der Luft nach der Mitte hin, indem die meisten Pfeile ziemlich stark — nach Redfield 5 bis 10 Grad — nach innen abweichen. Redfield hat auch an andern Wirbelstürmen ein solches Einströmen oder eine spiralförmige Bewegung der Luft erkannt, und die gleiche Wahrnehmung haben auch Thom, Piddington, Meldrum und Mohn gemacht.

Die Geschwindigkeit und Heftigkeit des Windes innerhalb eines Wirbelsturmes wächst von außen nach innen hin. Redfield schätzt z. B. die ganze Breite des Meeresstriches, auf welchem der Cuba=Orkan merklich war, auf mehr als 900, vielleicht 1000 engl. Meilen, dagegen den Durchmesser des Sturmes als „Gale" auf mindestens 800 und denjenigen des orkanartigen innern Theiles auf mehr als 500 engl. Meilen.*) Im Allgemeinen schreibt Redfield den

*) Die Angaben „Gale" und „Orkan" (Hurricane) beziehen sich auf die in Amerika übliche

Windscala der Smithsonian Institution:

Grad	Geschwindigkeit (Seemeil. p. Stunde)	Druck (Pfd. pr. Quad.=F.)	
1	2	0,02	Very light breeze
2	4	0,08	Gentle breeze

westatlantischen Orkanen Durchmesser von 50 bis 300 engl. Meilen zu; doch erreichen sie, namentlich in höheren Breiten, auch Ausdehnungen von 1000 bis 1500 Seemeilen. Die heftigen Wirbelstürme des chinesischen Meeres, die Teifune, haben nach Piddington Durchmesser von 60 oder 80 bis 180 oder 240 Seemeilen; noch kleiner sind die Durchmesser der kleinen Cyklonen der Bai von Bengalen, die derselbe Autor mit dem Land- Tornados vergleicht, „welche in tropischen Gegenden, zumal in Bengalen, buchstäblich Alles auf ihrer Bahn zerstören, obwohl dieselben nur wenige hundert bis tausend Yard's (1 Yard = 0,9144 Meter) breit sind.“

Im Centrum einer Cyklone herschen entweder schwächere, unregelmäßige Winde oder völlige Windstille. Wenn das Centrum des Wirbelsturmes über einen Ort weggeht, so sind die Windrichtungen vor dem Durchgange und nach demselben gerade entgegengesetzt. Die Fläche um das Centrum, auf welcher Windstille oder doch eine verhältnißmäßige Ruhe herrscht, nimmt übrigens mit den weiteren Fortschreiten des Wirbels ebenso wie auch der Gesammtdurchmesser stark zu. Völlige Windstille im Centrum scheint nur unter den Tropen vorzukommen.

Uebrigens bläst der Sturmwind einer Cyklone nicht gleichmäßig, sondern meistens in heftigen Böen und Stößen, und gerade diese Stöße sind, zumal ihre Richtung mehr oder minder schwankt, den Schiffen so überaus gefährlich.

Dichte Wolken und starke Regengüsse sind ständige Begleiter der Wirbelstürme, meistens auch Donner und Blitze. Thom erklärt geradezu die ungeheuren aus der bewegten Luft niederstürzenden Wassermassen

---

Grad	Geschwindigkeit	Druck	
3	12½	0,75	Fresh wind
4	25	3,00	Strong wind
5	35	6,00	High wind
6	45	10,00	Gale
7	60	18,00	Strong gale
8	75		Violent gale
9	90		Hurricane
10	100		Most violent hurricane.

für die bemerkenswertheste Erscheinung, die man bei den Cyklonen des Indischen Oceans beobachtete. „Hunderte von Meilen weit auf allen Seiten des Wirbels lagert eine dichte Wolkenschicht, welche in Strömen und ohne Unterbrechung Regen ausgießt. Dieser Prozeß dauert wochenlang und ist anscheinend charakteristisch für den Orkan in allen seinen Phasen. Das Nahen eines solchen Sturmes kann beinahe vorausgesagt werden aus dem ununterbrochenen Wolkenlager, welches langsam den Himmel überzieht, zuerst in großer Höhe, allmälig aber zu unteren Schichten niedersteigend und von zunehmendem Dunkel begleitet, bis es zuletzt auf der Erde ruht und zu regnen anfängt. Diese Anzeigen werden in einer Entfernung von 200 oder 300 Seemeilen vor dem Wirbel wahrgenommen und dürften zu dem Schlusse führen, daß die Bewegung der Luft in den obern Regionen ausgedehnter ist als in den untern.“ Uebrigens fand Thom, daß die Condensation des Wasserdampfes sich viel weiter auf der vordern als auf der hintern Seite der Cyklonen erstreckt. Auch bei den westatlantischen Stürmen geht der Regen oder Schneefall oft in irgend welcher Richtung weit über die Grenzen des Sturmes; doch ist, wie Redfield schon im Jahre 1833 bemerkt hat, in den höheren Breiten die letzte Hälfte dieser Stürme meist von gebrochenem oder klarem Wetter begleitet. Die Regenhälfte der Cyklone ist von einer grauen Wolkenschicht überdeckt, die bei Annäherung des Sturmes als düstere Wolkenbank am Himmel aufzusteigen pflegt. Zwischen ihr und der Erdoberfläche sieht man in einer verhältnißmäßig geringen Höhe, die Redfield auf 500 bis 2500 Fuß schätzt, charakteristische, vielfach zerrissene Wolken, deren Bewegungsrichtung nicht, wie die des Windes unten, nach der Innenseite, sondern nach außen geneigt ist. Während also unten der Wind in Spiralwindungen allmälig nach innen strömt, treibt er oben die flüchtigen Sturmwolken in Spiralwindungen nach außen fort und entfernt sie von der Achse der Cyklone. Im Zusammenhange damit mag das schon von Dampier bei der Schilderung der Teifune der Küste Tongking erwähnte Erscheinen einer Wolke am Horizonte stehen, die im voraus den herannahenden Sturm ankündigt. „Ehe diese Wirbelwinde herankommen, erscheint im NO eine schwere Wolke, sehr schwarz

unten am Horizont, weiter oben von tief dunkelrother Farbe, höher hinauf glänzender und endlich oben ganz fahl und von einer weißlichen Farbe, welche die Augen blendet. Diese Wolke ist schrecklich und Besorgniß erregend; man sieht sie manchmal zwölf Stunden vor Ankunft des Wirbelwindes. Wenn sie anfängt, sich rasch zu bewegen, kann man sicher sein, daß der Wind frisch blasen wird. Mit Heftigkeit kommt er heran und bläst zwölf Stunden lang mehr oder weniger aus NO, begleitet von schrecklichen Donnerschlägen, scharfen und häufigen Blitzen und äußerst heftigem Regen. Wenn der Wind sich zu legen beginnt, hört der Regen plötzlich auf und es erfolgt eine Windstille. Diese dauert ungefähr eine Stunde, und sodann bläst der Wind aus SW ebenso heftig und lange, als vorher aus NO."

Auch durch das Fallen des Barometers wird das Uebergreifen des Sturmes in den obern Regionen angezeigt. Ueberhaupt wird in allen Wirbelstürmen ein ungewöhnlich niedriger Barometerstand beobachtet, und zwar fällt das Barometer immer tiefer, je näher man den Centrum des Wirbels kommt. Diese barometrischen Anzeigen einer Cyklone erstrecken sich gewöhnlich weit über die Grenzen ihrer sonstigen Wirksamkeit hinaus und machen sich schon geltend, ehe noch ein anderes Zeichen des herannahenden Sturmes sichtbar ist.

Das Centrum des Wirbelsturmes bewegt sich mit variabler Geschwindigkeit fort, und zwar erfolgt bei den in der heißen Zone entstehenden Cyklonen der nördlichen Halbkugel das Fortschreiten anfangs nach NW, beim Uebertritt in die gemäßigte Zone aber findet unter starker Erweiterung des Wirbels eine fast rechtwinklige Umbiegung der Bahn statt und das Fortschreiten findet nun nach NO hin statt, so daß im Ganzen die Bahn ungefähr parabolisch ist. Maury hat darauf aufmerksam gemacht, daß die westindischen Orkane, nachdem sie den Golfstrom erreicht haben, diesem folgen. Die Sturmbahnen des südlichen Indischen Oceanes haben zum größten Theil dieselbe parabolische Form und manche können geradezu als Spiegelbilder von atlantischen Cyklonenbahnen angesehen werden: in der heißen Zone ist die Richtung nach SW, in der südlichen gemäßigten nach SO. Die nicht aus

der heißen Zone stammenden europäischen und amerikanischen Wirbelstürme haben meist eine fast rein östliche Richtung, bei den chinesischen Teifunen scheint kaum eine Regel zu entdecken.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Centrum einer Cyklone fortschreitet, ist bedeutend geringer als die eigentliche Windgeschwindigkeit im Wirbel. Während letztere 70 bis 100 und mehr Seemeilen in der Stunde beträgt, erreicht erstere bei den westindischen Orkanen meist nur 14 bis 20 Seemeilen. Doch hat Redfield gezeigt, daß die atlantischen Cyklonen in höhern Breiten manchmal mit einer Geschwindigkeit von 50 englischen Meilen in der Stunde fortschreiten und Mohn findet für die europäischen Wirbelstürme regelmäßig 24 bis 30 Seemeilen; für die amerikanischen Tornados fand Reye im Mittel 32 Seemeilen per Stunde. Im Indischen und Chinesischen Meere ist diese Geschwindigkeit weit geringer: im Indischen Oceane nur 3 bis 10, in der Bai von Bengalen 3 bis 15, im Chinesischen Meere 7 bis 24 Seemeilen, ja der Orkan, welcher vom 12. bis 19. Mai 1863 im Indischen Oceane zwischen 8° und 15° südl. Br. und 87° und 77° östl. Br. wüthete, legte am zweiten Tage nur etwa 17 Seemeilen d. h. in der Sekunde einen Fuß zurück, so daß ein gewöhnlicher Fußgänger fünfmal so schnell sich bewegt, wie das Centrum dieser Cyklone; zugleich aber erweiterte sich am 13. der sturmartige innere Theil von 90 bis auf 180 Seemeilen Durchmesser, so daß eine beträchtliche Strecke der Meeresfläche, die er am ersten Tage schon überstrichen hatte, von neuem in seinen Bereich gezogen wurde. Beachtenswerth ist übrigens noch die von Redfield bei den westindischen, von Reid, Thom, Piddington und Meldrum bei den Cyklonen der asiatischen Meere nachgewiesene Verminderung der Geschwindigkeit des Fortschreitens in der Nähe des Scheitels der parabolischen Sturmbahn.

Das Fortschreiten der Cyklonen macht es nun auch möglich, zu erkennen, in welchem Theile des Wirbels man sich befindet, denn mit dem allmäligen Fortrücken des Centrums muß an einer und derselben Stelle auch eine andere Windrichtung auftreten, und zwar dreht sich auf beiden Hemisphären die Windfahne in demselben Sinne wie ein Uhr-

zeiger, wenn die rechte Seite, dagegen im entgegengesetzten Sinne, wenn die linke Seite eines Wirbelsturmes über sie hinweg schreitet. Die Richtung, nach welcher hin das Centrum liegt, läßt sich nach dem sogenannten Buys-Ballot'schen Gesetze ermitteln, das aber auch Piddington schon 1852 ausgesprochen hat: Kehrt man in einem Wirbelsturme dem Winde den Rücken zu, so befindet sich das Centrum genau zur Linken in der nördlichen und genau zur Rechten auf der südlichen Hemisphäre.

Ueber die Vertheilung der Orkane auf die einzelnen Monate hat Reye folgende Tabelle zusammengestellt.

Ort und Beobachtungsjahre.	Autorität.	Anzahl der Orkane im Mt.												Gesammzahl der Orkane.
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	December	
Westindien und nördl. Atlantischer Ocean, 1493 – 1855	Poey	5	7	11	16	5	10	42	96	80	69	17	7	35 5
Nördl. Indischer Ocean	Dove	1	2	4	9	14	6	3	5	11	17	11	5	88
Chines. Meer 1780—1845	Piddington	–	–	–	–	–	2	5	5	18	10	6	–	46
Südl. Indischer Ocean 1809—1848	ders.	9	13	10	8	4	–	–	–	1	1	4	3	53
Mauritius, 1820—1844	Labutte	9	15	15	8	–	–	–	–	–	–	–	6	53

Es fallen also in beiden Hemisphären die meisten Wirbelstürme in die heiße Jahreszeit; für dem nördlichen Indischen Ocean hat Dove auf die beiden Maxima der Häufigkeit beim Wechsel der Monsune aufmerksam gemacht. In unserer Nordsee werden die Stürme vom September bis November am meisten gefürchtet.

Die verderblichen Verheerungen der Wirbelstürme sind schon vielfach geschildert worden. Aber wenn auch einzelne

staunenerregende Beispiele von der ungeheuren Gewalt dieser Stürme aufgezählt worden sind, so liegen doch bisher noch keine Versuche zur Berechnung der mechanischen Leistungen solcher Stürme vor. Und doch sind jene Verwüstungen, wie Reye hervorhebt, nur verschwindend klein gegenüber den kaum faßbaren mechanischen Leistungen, welche selbst in schwächeren Cyklonen durch die immer sich erneuernde Aufregung des Wassers und der Atmosphäre ausgeübt werden. „Die lebendige Kraft, welche vom Sturmwinde auf die Meereswogen übertragen wird und welche sich durch eine starke Dünung hunderte von Meilen über die Grenzen der Cyklone hinaus fühlbar macht, können wir nicht einmal annähernd berechnen. Dagegen haben wir genügende Anhaltpunkte, um uns von der mechanischen Arbeit, welche zur Aufwühlung des Luftraumes in den Wirbelstürmen verwendet wird, eine bestimmte Vorstellung zu machen." Reye versucht nun die Größen dieser mechanischen Arbeit bei dem Cuba-Orkan vom 5. bis 7 October 1844 zu ermitteln. Indem er statt des von Redfield bestimmten Durchmessers des innnern orkanartigen Theiles von 500 engl. Meilen nur den kleinern Werth von 200 engl. Meilen in Betracht zieht, ferner die Windgeschwindigkeit zu 90 engl. Meilen per Stunde oder 40 Meter per Secunde annimmt und endlich noch voraussetzt, daß bis in 100 Meter Höhe über dem Meere die Windrichtung nur um 6° von der Tangente nach innen zu abweicht, findet er für die Luftmasse, welche in diesen Sturmcylinder von 100 Meter Höhe und 100 engl. Meilen Halbmesser von außen hereintritt,

369½ Cubikmeilen engl. in der Stunde oder
420⅓ Millionen Cubikmeter in der Sekunde.

Trotz des geringen Neigungswinkels von nur 6° ist die einströmende Luftmasse so bedeutend, daß 5 Stunden 19 Min. hinreichen, um jenen ungeheuren Sturmcylinder der selbst 1963½ Cubikmeilen Inhalt hat, neu zu füllen.

Das Gewicht der während einer Sekunde eintretenden Luftmasse betrug, gering gerechnet, mindestens 490 Millionen Kilogramm, und diese gewaltige Luftmasse ist in jeder Sekunde während dreier voller Tage und wahrscheinlich noch viel länger von außen gegen das Innere geströmt. Bei einer Geschwindig-

keit von 40 Metern besitzt diese Masse eine lebendige Kraft von 39950 Millionen Kilogr.-Metern oder $532\frac{2}{3}$ Millionen Pferdestärken. Wenn man nun auch annimmt, daß die eintretende Luft größtentheils von Passatwinden herrührt und deshalb schon 30 engl. Meilen Geschwindigkeit per Stunde besaß, so ist doch die mechanische Arbeit, durch welche jene lebendige Kraft erzeugt wird, nur um $\frac{1}{9}$ kleiner als jene selbst, und man kommt daher zu dem Resultate:

Der Cuba-Orkan hat allein zur Bewegung der einströmenden Luft allermindestens eine Arbeit von $473\frac{1}{2}$ Millionen Pferdestärken während drei voller Tage aufgewendet, d. h. mindestens 15 mal so viel, als alle Windmühlen, Wasserräder, Dampfmaschinen und Locomotiven, Menschen- und Thierkräfte der ganzen Erde in der gleichen Zeit leisten.

Nimmt man die Abweichung der Windrichtung nach innen 10° statt 6°, so erhält man 788 Millionen Pferdestärken; bei 6° Abweichung dagegen, aber 120 statt 90 engl. Meilen Windgeschwindigkeit, ergeben sich 1184 Millionen Pferdestärken ꝛc.

Nur die ausgedehnten, heftigen Regengüsse während der Wirbelstürme lassen sich an Großartigkeit vergleichen mit diesem enormen Aufwande von mechanischer Arbeit. Thom fand z. B. bei 4 Mauritius-Orkanen folgende Werthe für Regenhöhe und Barometerstand

Orkan von	1786	1789	1836	1840
Regenhöhe	6''1'''24	8''4'''24	8''6'''60	10''0'''90
Barometer	28''90	28''70	28''23	28''90.

Der mittlere Barometerstand für Mauritius ist 30.'' Während des Orkanes, dessen Centrum im April 1847 mit einer stündlichen Geschwindigkeit von 12 Seemeilen an der Malabarküste hinaufging, fielen (nach Thom) in Tellicherry 28 Zoll und allein am 18. auf dem 3640 Fuß hohen Dodabetta 10 Zoll Regen, das Barometer sank im Centrum von 30 auf 28 Zoll. „Selbst unter den Tropen", bemerkte Thom, „sind diese Regenmengen erstaunlich und nahezu gleich einem Fünftel des ganzen Betrages, der in einem ganzen Jahre fällt . . . Nehmen wir an, die Condensations-Sphäre sei auf einen Kreis von 300 engl. Meilen Durchmesser beschränkt, und

auf diesen fallen 8 Zoll Regen in 48 Stunden, so würde die ganze in diesem isolirten Raum fallende Regenmenge während 20 Tage neunzig engl. Cubikmeilen Wasser betragen, und hinreichen, die Oberfläche von Großbritannien 5 Fuß 4 Zoll hoch zu bedecken." Thom schließt daraus auf fortwährendes Eindringen feuchter Luft in den Bereich des Wirbels, Reye aber knüpft noch folgende Betrachtung an: „Neun englische Cubikmeilen Regen in 48 Stunden geben 213 333 Cubikm. oder 213 1/3 Millionen Kilogramm in der Sekunde. Nehmen wir an, dieser Regen falle nur 300 Meter hoch herab, so werden bei seinem Sturze fortwährend nicht weniger als 850 Millionen Pferdestärken von der Schwerkraft geleistet und zur Beschleunigung der Regentropfen, sowie zur Ueberwindung des Luftwiderstandes aufgewendet. Aber noch mehr: Bei der Condensation von 213 1/3 Millionen Kilogramm Wasserdampf zu Regen werden in jeder Sekunde 128 Milliarden Calorien latente Wärme frei und an die Luft abgegeben. In mechanische Arbeit umgesetzt, was durch Expansion der Luft leicht geschehen kann, würde der tausendste Theil dieser Wärmemenge hinreichen, um der von außen in den Wirbelsturm einströmenden Luft eine solche lebendige Kraft zu ertheilen, wie wir sie vorhin für dem Cuba-Orkan berechnet haben." Auf diesen Punkt kommt Reye später, bei seiner Theorie der Wirbelstürme, wieder zurück.

Wir wenden uns nun zu der theoretischen Erklärung der Cyklonen. Reid hat sich aller Betrachtungen über die Entstehung der Stürme enthalten und dasselbe thut auch Redfield in der Hauptsache, für den die Hauptfrage ist: „Was sind Stürme?", nicht, „Wie werden Stürme erzeugt?"

Espy hält den aufsteigenden Luftstrom für das Ursprüngliche in den Wirbelstürmen und seine Theorie gipfelt in dem Satze: „Alle Stürme werden durch Dampfkraft erzeugt." Doch konnte Espy zu einer richtigen Theorie schon deshalb nicht gelangen, weil er durch sein Studium der Tornados, wohl hauptsächlich durch seine in zu kleinem Maßstabe und mit viel zu großen Windpfeilen gezeichneten Sturmkarten verleitet, dahin geführt wurde, die Wirbelbewegung ganz zu leugnen und diese Stürme für rein centripetale zu erklären.

Piddington wiederum neigt sich entschieden der Ansicht von Peltier zu, wonach Wettersäulen, Land- und Wasser-

hosen, wie auch Wirbelstürme, durch Elektricität hervorgerufen werden.

Thom erklärt die ununterbrochene Rotation und die fortschreitende Bewegung der Wirbelstürme des südlichen Indischen Oceans durch den Einfluß des SO.-Passates und des NW.-Monsuns, welche in entgegengesetzten Richtungen an den gegenüber liegenden Seiten der in den Sturm verwickelten Luftmasse wehen. Der Passat ist trocken, der Monsun dagegen feucht und zwischen ihnen beiden liegt vom 10. bis 12. Breitengrade ein bis 120 Seemeilen breiter Gürtel mit leichten Winden oder Windstillen, ausgezeichnet durch unbeständiges Wetter. Hier sucht Thom den Ursprung dieser Wirbel. Jene beiden Windströmungen, in deren Gebiete die bis 600 Seemeilen breiten Wirbelstürme um je 200 Meilen seitlich eingreifen, geben der kreisenden Luftmasse immer neuen Antrieb. Thom hält zwei solche entgegengesetzte Winde für unbedingt nöthig für die Fortdauer der Drehbewegung. Wie Dove und Redfield nimmt auch Thom an, daß die wirbelnde Luft oben durch die Centrifugalkraft nach außen getrieben werde und erklärt damit das Fallen des Barometers im Centrum des Sturmes; zugleich entsteht in Folge dessen ein spiralförmig aufsteigender Luftstrom und alle sonst beobachteten wesentlichen Vorgänge scheinen eine Folge der Mischung der beiden entgegengesetzt gerichteten, nach Wärme, Feuchtigkeit und Electricität ganz verschiedenen Winde zu sein.

Auch Meldrum hält die Wirbelstürme des Südindischen Oceans für eine Erzeugniß der erwähnten beiden Winde; doch nöthigten ihn die Erfahrungen beim Orkan vom 12.—19. Mai 1863 zu der Erklärung, „der NW.-Monsun gehöre nicht wesentlich zur Bildung dortiger Cyklonen," denn während der ganzen Dauer dieses Sturmes herrscht in der Bai von Bengalen nicht der NW.- sondern der SW.-Monsun.

Gegen diese Theorie hat namentlich Piddington ernstliche Bedenken erhoben. Zunächst gehen diese Orkane hunderte von Seemeilen quer durch den Passat. „Gesetzt eine Cyklone setze sich in 10° südl. Br. und 90° ö. L. in Bewegung, so müßte der NW.-Monsun seinen Weg quer durch über 10 bis 15 Längengrade hin sich erzwingen um noch auf dieselbe Weise zu wirken wenn die Cyklone Mauritius erreicht." Dazu kommt daß die

Passate und Monsune unendlich schwanken zwischen den Strichen, nach denen sie genannt werden, und daß namentlich in der Bai von Bengalen bald der eine und bald der andere Wind sich nördlicher befindet; damit muß aber nothwendig auch die Rotationsrichtung der Cyklone eine andere werden. Solche entgegengesetzte Drehungsrichtungen kommen aber auf derselben Seite des Aequators thatsächlich nicht vor. Zudem erscheint es auch unbegreiflich, wie zwei Winde von etwa 30 Seemeilen Geschwindigkeit der zwischen ihnen wirbelnden Luft eine Geschwindigkeit von 100 und mehr Meilen per Stunde zu ertheilen vermögen.

Indessen hält auch Dove die Wirbelstürme für ein Resultat des Conflictes zweier verschiedener Winde (vergl. das „Gesetz der Stürme"). Gesetzt eine in Richtung des Aequators sich erstreckende Luftmasse rücke nach Norden vor, so muß sie beim Vordringen in höhere Breiten eine mehr und mehr nach Osten gehende Richtung annehmen, weil sie, entsprechend den größeren Parallelen, eine größere Rotationsgeschwindigkeit aus Süden mitbringt, als den nördlichen, enger und enger werdenden Parallelen zukommt. Befinden sich aber auf der Ostseite Luftmassen die dieser Tendenz hindernd im Wege stehen, so wird die Bewegung nach Osten gehemmt und zwar stärker auf der östlichen als auf der westlichen Seite der Luftmasse. Dadurch soll nun der Anstoß zu einem Wirbel gegeben sein, dessen Bewegung derjenigen der Zeiger einer Uhr entgegengesetzt ist. So ist die Sache nach Dove auf der nördlichen Halbkugel; auf der südlichen verhält es sich ganz analog, da aber hier die Luftmasse nach Süden vorrückt mit östlicher Tendenz, so erfolgt der Wirbel im entgegengesetzten Sinne.

Dove fügt ausdrücklich hinzu, daß diese Theorie nur dann Anwendung findet „wenn größere Luftmassen von einer bestimmten Ausdehnung in der Breite in Bewegung gesetzt werden; kleinere Wirbelwinde, Wasserhosen &c. werden andern Ursachen ihre Entstehung verdanken ... Die Beobachtungen von Akin in Greenbush bei Albany, von Dwight in Stockbridge in Massachusetts und von Dr. Cowles in Amherst über die bei Waldbränden und windstiller Luft entstehenden heftigen Wirbelwinde beweisen, daß ein sehr heftiger Courant ascendant ebenfalls eine wirbelnde Bewegung zu erzeugen vermag." Es sind ins-

besondere die westindischen Orkane, auf welche diese Erklärung berechnet ist. Was die dabei ins Spiel kommenden Luftmassen anlangt, so glaubt Dove, daß es Theile des obern Passates sind, „welche in den untern eindringend die erste Veranlassung zu diesen Stürmen werden." Als mögliche Ursache des Herabkommens des obern Passates denkt sich Dove die über Asien und Afrika aufsteigende Luft, die, wenn sie seitlich abfließt, dem obern Passate den Weg versperrt und ihn nöthigt, nach unten auszuweichen. Die Stelle dieses Eindringens in den untern Passat wird fortschreiten in dem Maße, wie der obere hemmende Wind von Ost nach West forschreitet.

Neuerdings hat Thompson Maury*) es wahrscheinlich zu machen gesucht, was auch Dove schon früher als möglich hingestellt hat, daß die westindischen Orkane in ähnlicher Weise, wie es Dove sich denkt, entstehen, wenn der Passat der südlichen Erdhälfte mit dem der nördlichen in Conflict geräth. Der Südost-Passat der südlichen Hemisphäre überschreitet nämlich ganz gewöhnlich den Aequator und reicht namentlich in den Monaten August, September und October weit nach Norden, wo er dann mit den beständig wehenden Nordost-Passat der nördlichen Hemisphäre zusammenkommt und so die großen Cyklonen veranlaßt, welche zunächst im Atlantischen Ocean eine westliche Richtung einschlagen, dann aber, wenn sie das Land erreichen, sich nach Norden und Osten wenden. Maury hält es für eine wesentliche Bedingung für die Fortexistenz des Wirbels, daß er sich über einer Wasserfläche befindet, von welcher Dampf aufsteigt, der sich in den obern Regionen verdichtet und damit Wärme für die Unterhaltung des im Centrum aufsteigenden Luftstromes hergiebt.

Das Umbiegen der Sturmbahn an der Grenze der Passate erklärt Dove dadurch, daß in der Passatzone der Raum auf der Ostseite des Wirbels gefüllt ist mit Luft, die von NO nach SW strömt; der Wirbel ist daher genöthigt, von SO nach NW fortzuschreiten, während er immer aufs Neue durch die hemmenden Luftmassen auf der Ostseite angeregt wird. Jenseits der Grenze der Passate aber trifft er auf Luftmassen, die schon von SW nach NO gehen, er folgt daher ihrer Bahn und da

---

*) Quaterly Journ. of Science, 1872 Nr. XXXVI.

er nun ein breites Bett findet, nicht mehr beengt ist, so breitet er sich zugleich weiter aus.

Gegen die Dove'sche Theorie erhebt nun Reye mancherlei Bedenken. Zunächst glaubt er, daß, wenn im Atlantischen Oceane Luftmassen so auf einander treffen, wie Dove voraussetzt, und dadurch Wirbel hervorrufen, die letzteren sich nothwendig allemal im entgegengesetzten Sinne drehen, als Dove angiebt. Ist nämlich ab die nach Nord vorrückende Luftmasse, die in Folge der Erdrotation die Tendenz zur Bewegung nach Osten erhält, und befindet sich in dem Raume bdh der NO.-Passat, so wird letzterer sowohl die nach Nord als die nach Ost gerichtete Bewegung längs der Linie ab um so mehr hemmen, je näher die betreffenden Lufttheilchen an b liegen; die Geschwindigkeiten sind also ungefähr so, wie es die Pfeile längs ab angeben, und es ist damit die Tendenz zu einer Drehung mit der Sonne gegeben, gerade der Erfahrung entgegengesetzt, da alle Cyklonen sich gegen die Sonne drehen.

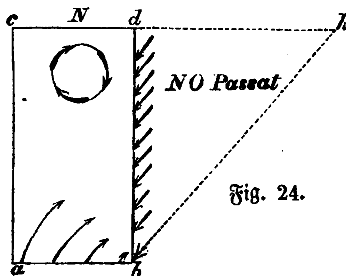


Fig. 24.

Ferner bemerkt Reye, die Dove'sche Theorie setze Verhältnisse in der Atmosphäre voraus, wie sie vielleicht in Jahrhunderten kaum einmal und jedenfalls nicht auf allen Meeren der heißen und gemäßigten Zonen, wo überall Cyklonen beobachtet worden sind, vorkommen. Man könne doch nicht annehmen, daß die über Neuholland und die Sundainseln seitlich abströmende Luft Kraft genug habe, um 2000 Seemeilen weiter westlich dem obern Passat den Weg zu verlegen und dadurch die entsetzlichen Mauritius-Orkane hervorzurufen. Selbst rücksichtlich der von Afrika aufsteigenden Luft sei es fraglich, ob sie im Stande sei, während ihres westlichen Vorrückens vom Grünen Vorgebirge bis an die nordamerikanischen Küsten, auf mehr als 3000 Seemeilen Weges, den obern Passat immer von Neuem zum Eindringen in den untern zu nöthigen. Die westindischen Orkane haben eine fortschreitende Bewegung von 14 bis 20 engl. Meilen per Stunde, so rasch geht nach

Dove auch der hemmende Wind von West nach Ost. Der obere Passat aber müßte, da er ja Cyklonen erzeugen soll, in denen der Sturmwind stündlich 100 und mehr Meilen zurücklegt, mindestens eine fünfmal so große Geschwindigkeit haben als jene abfließenden Luftmassen. „Wie kann aber," fragt Reye, „ein mittelstarker Wind von 14 bis 20 Meilen Geschwindigkeit einem orkanartigen Sturmwind den Weg versperren?"

Dove's Theorie läßt ferner ganz unerklärt die Cyklonen, welche erwiesener Maßen nicht aus der Tropenzone stammen, sondern auf dem nördlichen Atlantischen Oceane entstehen. Aber selbst bei den aus der Tropenzone kommenden solle von der Umbiegungsstelle ihrer Bahn an die ursprünglich den Wirbel veranlassende Kraft aufhören zu wirken, und doch kennen wir Stürme, die von jener Stelle an noch Hunderte, ja Tausende von Seemeilen zurückgelegt haben. „Ist es wohl denkbar, daß sie diesen ungeheuern Weg, zu welchem sie fünf bis sechs Tage gebrauchten, unter beständiger Arbeitsleistung von mehrern hundert Millionen Pferdestärken und indem sie immer neue, colossale Luftmassen in ihren Strudel hineinzogen, durchmessen konnten, ohne irgend eine Erneuerung ihrer mechanischen Kraft? Ein Wirbelsturm gleicht ja nicht einem soliden Kreisel, der über den Boden hintanzt und bei seiner Bewegung nur einen geringen Luftwiderstand und die unbedeutende Reibung seiner Spitze zu überwinden hat. Eine Cyklone besteht vielmehr aus Luft, die nach allen Seiten davon fliegen kann und auch bei heftiger Rotationsbewegung davon fliegen muß, wenn keine äußere Kraft sie zurückhält oder erneuert. Und der Raum, durch welchen eine solche Cyklone nach NO hin eilt, ist mit eben so schwerer wenn nicht noch schwererer Luft erfüllt, die desto größeren Widerstand leistet, je größer die Cyklone selbst ist. Und wenn diese Luft auch in den Bereich der letzteren hineingezogen wird, so gehört doch dazu ein Aufwand an mechanischer Arbeit, den die Cyklone gewiß nicht aus ihrem an der Biegungsstelle vorhandenen Vorrath von lebendiger Kraft zu bestreiten vermag."

Der Hauptgrund aber weshalb Reye alle älteren Ansichten über die Entstehung und Fortdauer der Wirbelstürme unbefriedigend findet, ist der, daß sie keine genügende Erklärung für die ungeheuern mechanischen Leistungen dieser Orkane bieten. Seiner Theorie zufolge ist die frei werdende latente Wärme

des in den Cyklonen zu Regen verdichteten Wasserdampfes die Quelle jener Kraft und daß diese Annahme statthaft ist, zeigt er an dem Beispiele des schon erwähnten Cuba-Orkanes. Bei diesem Orkane betrug die lebendige Kraft, welche der einströmenden Luft ertheilt wird, 39950 Millionen Kilogramm-Meter in der Sekunde, wovon eigentlich die der Luft schon vor dem Einströmen innewohnende lebendige Kraft abzuziehen ist. Diese 39950 Met.-Kilogr. sind äquivalent derjenigen Wassermenge, welche erzeugt wird durch die Condensation von 158090 Kilogr. Wasserdampf per Sekunde. Diese scheinbar große Zahl ist in Wirklichkeit auffallend klein; denn die einströmende Luft enthält, wenn ihr Thaupunkt bei 15 bis 20° Cels. liegt, 33 bis 45mal soviel Wasserdampf. „Und wenn auf die Basis unseres Sturmcylinders, dessen Radius wir früher zu hundert englische Meilen angenommen haben, von Sekunde zu Sekunde sich jene 158090 Kilogr. Wasser in Form von Regen vertheilten, so würde sich im Verlauf von 24 Stunden doch nur die unbedeutende Regenhöhe von $^{17}/_{100}$ Millimeter ergeben. Unsere Fensterscheiben sind im Winter oft mit viel mehr als $^{17}/_{100}$ Millimeter Wasser beschlagen."

Reye geht bei seiner Theorie der Wirbelstürme von der Annahme aus, daß die Cyklonen, Wettersäulen und Wirbelwinde gleichartige Erscheinungen sind, daß sich nicht blos von den Wirbelwinden und Wasserhosen bis zu den größeren Tornados, sondern auch von diesen bis zu den eigentlichen Wirbelstürmen eine vollständige Reihenfolge bezüglich ihrer Größe aufstellen läßt. Er hat im sechsten Abschnitte seines Buches diese Ansicht durch Aufzählung von Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Wirbelstürmen näher zu begründen versucht. Daher erscheint nun auch die Ansicht gerechtfertigt, daß die Ursache der größeren Wirbelstürme dieselbe ist wie bei den Wirbelwinden und Wettersäulen (Land- und Wasserhosen).

Wir wissen aber, daß durch aufsteigende Luftströme in einer umgebenden ruhigen Luft Wirbelwinde entstehen. A. F. Olmsted hat (Sillimans Journ. II, Ser. 11) sehr ausführlich beschrieben und durch Abbildungen veranschaulicht die Wirbelwinde, die er beim Brande eines Rohrgebüsches am Ufer des Black-Warrior-Flusses in Alabama beobachtet hat. Derselbe

hat auch darauf aufmerksam gemacht, daß die Feuer, die man behufs Aufsetzens von Radschienen in einem mit Gebäuden umgebenen Hofe anzündet, ebenfalls Wirbel erzeugen, bisweilen von ganz regelmäßiger Form und 15 bis 20 Fuß Höhe. Aehnliche, noch großartigere Wirbelwinde sind von Cowles, Redfield und Theod. Dwight bei Waldbränden beobachtet worden. Einen Wirbelwind dieser Art, eine Aschentrombe, beobachtete der Geolog Prof. v. Seebach am 8. April 1866 beim Ausbruche des Vulkans von Santorin. „Plötzlich stieg, begleitet von dem gewöhnlichen Donnern, die Aschen- und Dampfsäule in Form einer gewaltigen Dampfschraube auf... Deutlich konnte ich selbst aus dieser Entfernung (3390 Meter) mit einem Marineglas von viermaliger Vergrößerung die einzelnen Rauchfäden erkennen, aus denen sich das gewaltige Tau zusammendrehte. Der Nordwind ließ die Trombe nicht gerade aufsteigen, sondern neigte sie ein wenig nach Süden. Das ganze Phänomen dauerte so lange, daß ich Zeit hatte, meinen Borda'schen Kreis zur Hand zu nehmen und seine Höhe zu messen." Letztere betrug bis zu den Punkte, wo die Trombe sich in eine gewöhnliche Rauchwolke auflöste, 580,7 Meter.

Solche durch Feuer erzeugte Wirbelwinde erinnern nicht nur wegen der Gleichheit der Ursachen und der erstaunlichen Drehgeschwindigkeit, lebhaft an die bei Vulkanausbrüchen vorkommenden, sondern sie sind auch wie diese nicht selten von Regen und Gewitter begleitet. Espy hat mehrere Berichte über Regenfälle, die durch große Brände verursacht worden gesammelt. Von besonderem Interesse sind die — von Reye auszugsweise mitgetheilten — des amerikanischen Offiziers George Mackay, welcher im Frühjahr und Sommer 1845, an der Küste von Florida mit Vermessungsarbeiten beschäftigt, wiederholt durch Anzünden von ausgedehntem Schilfgrasweihern Regengüsse veranlaßte, während sonst um diese Jahreszeit in der Gegend kein Regen fiel. „Wir zündeten", berichtet Mackay nach Erzählung eines solchen Vorganges, „oft hernach die Schilfgrasfelder an, und jederzeit, wenn kein Wind sich regte, waren wir sicher einen Regenschauer zu bekommen... Kürzlich wurde mir von A. H. Jones, United States Deputy Surveyor, mitgetheilt, daß er in Florida sehr viele Versuche ähnlicher Art und mit gleichem Erfolge ausgeführt habe; daß einige Jahre

hindurch verschiedene Farmer, die mit diesen Versuchen bekannt wurden, das trockene Gras zur Zeit der Kornsaat anzuzünden pflegten, um Regen hervorzubringen, und daß sie gemeiniglich Erfolg hatten, obgleich (weil jenes die trockene Jahreszeit ist) sonst bekanntlich kein Regen eintreten würde."

Von Interesse ist auch noch die gleichfalls von Espy mitgetheilte Wahrnehmung von M. Dobrezhoffer (Account of the Abiphones of Paraguay, Vol. 3, p. 180): „Ich selbst habe Wolken und Blitz aus dem Rauche über langem Gras und Binsen entstehen sehen, wenn derselbe gleich einem Wirbelwinde davon fliegt, so daß die Indianer nicht zu tadeln sind, wenn sie die Ebene anzünden, um Regen zu erzeugen. Sie haben nämlich die Erfahrung gemacht, daß der dickere Rauch sich in Wolken verwandelt, welche Wasser ausströmen."

Kann es sonach als Thatsache betrachtet werden, daß die von großen Brandstätten aufsteigenden Luft- und Rauchmassen oft eine wirbelnde Bewegung annehmen und sich, namentlich an windstillen heißen Tagen, manchmal zu einer einzigen, erstaunlich schnell rotirenden Säule vereinigen, daß ferner bisweilen die im Wirbel mit emporgerissenen Wasserdämpfe sich über der Rauchsäule zu Wolken verdichten, aus denen es regnet oder wohl gar blitzt und donnert; so entsteht die Frage: woher rührt die Kraft, welche die Flammen und den Rauch so heftig wirbelnd in der Säule umtreibt? Die erste Ursache des Aufsteigens ist natürlich die Wärme, welche durch Ausdehnung die Luft und den Rauch zum Aufsteigen zwingt und damit ein allseitiges Zuströmen der Luft nach der Brandstätte veranlaßt. Dies wird auch bei ruhiger Luft nie ganz gleichmäßig erfolgen; in Folge der ungleichen Temperatur an der Brandstätte selbst, der Beschaffenheit des Bodens ꝛc. tritt leicht vom Anfang an ein excentrischer Zufluß und damit eine schwache spiralförmige Bewegung in der aufsteigenden Luft ein. Den ersten Spiralwindungen folgt dann die später nachströmende Luft, weil sie hier den kleinsten Widerstand findet, und durch die wachsende Geschwindigkeit wird die Centrifugalkraft der Luftmassen und damit die Anzahl der beschriebenen Windungen vergrößert.

Ueber die Wettersäulen oder Tromben, Wind- und Wasserhosen ꝛc. hat sich eine sehr bedeutende Literatur angehäuft; dessen ungeachtet gehören dieselben immer noch zu den räthsel-

haften Erscheinungen. Manche wie Maistre, Redfield, Oersted behaupten, daß sie durch Zusammentreffen entgegengesetzter Windstöße entstehen, so daß die Drehbewegung das Ursprüngliche, die oft beobachtete Saugwirkung dagegen eine secundäre Erscheinung ist; Brisson, Peltier, Becquerel und Hare wieder halten sie für Wirkungen der statischen Elektricität, welche zunächst zwischen der Erde und den Wolken einen verticalen Luftstrom erzeugt, der sich dann dreht, während Espy sie schlechthin für aufsteigende Luftströme erklärt, die ihre Energie der Dampfkraft mitgerissener und sich verdichtender Wasserdünste verdanken, und endlich Belt diese Erscheinung darauf zurückzuführen sucht, daß die untersten Luftschichten vom sonnigen Boden aus erhitzt werden, bis sie leichter sind als die obern und nun plötzlich im heftigen Strudel sich aufwärts einen Weg bahnen.

Reye äußert zunächst seine Zweifel gegen die Theorie, welche die entgegengesetzten Winde als Ursache der Erscheinung anführt. Wirbelwinde werden gerade an stillen, sonnigen Tagen sehr schön beobachtet, wo man von einander begegnenden Windstößen nicht das geringste bemerkt. Er beschreibt u. a. eine, auch in den Buche abgebildete schlauchartige Staubsäule, die er im Sommer 1863 vor dem Casinogebäude in Zürich beobachtete. „Die Luft war sehr ruhig und die Sonne strahlte heiß, als ganz unerwartet, ohne merkliches Geräusch, etwa 50 Schritte vor mir der Staub sich von der chaussirten Straße erhob und in einer deutlich umgrenzten, vier bis fünf Fuß weiten Säule rasch wohl zwei- bis dreihundert Fuß hoch aufwirbelte. Diese senkrechte Säule bewegte sich sehr langsam und nur wenige Schritt weit von der Stelle und lösete sich schon nach etwa 30 Sekunden vom Boden ab; den Staub habe ich noch mehrere Minuten lang beobachtet, wie er schnell immer weiter zum blauen Himmel emporstieg, bis er meinen Blicken entschwand. Auch oben war die Luft augenscheinlich sehr ruhig.“ Aehnliche Wirbelwinde sind in den verschiedensten Gegenden, in den südrussischen Steppen, in Afrika, in Indien, in Australien, in Mexico, wie in den südamerikanischen Steppen beobachtet worden. Humboldt schildert in seinen „Ansichten der Natur“ diese Erscheinung mit den Worten: „Wenn unter dem senkrechten Strahle der nie bewölkten Sonne die verkohlte Grasdecke in Staub zerfallen ist, klafft der erhärtete Boden auf, als wäre er von mächtigen

Erdstößen erschüttert. Berühren ihn dann entgegengesetzte Luftströme, deren Streit sich in kreisender Bewegung ausgleicht, so gewährt die Ebene einen seltsamen Anblick. Als trichterförmige Wolken, die mit ihren Spitzen an der Erde hingleiten, steigt der Staub dampfartig durch die luftdünne, elektrisch geladene Mitte des Wirbels empor: gleich den rauschenden Wasserhosen, die der erfahrene Schiffer fürchtet." In den Anmerkungen fügt Humboldt noch hinzu, daß solche trichterförmige Sandhosen, die dem Reisen gefährlich werden können, besonders der peruanischen Sandwüste zwischen Amotape und Coquimbo eigenthümlich sind. Als ein Anhänger der Ansicht, daß entgegengesetzte Winde die Ursache sind, kann er aber die Bemerkung nicht unterdrücken: „Merkwürdig ist noch, daß diese partiellen, entgegenstrebenden Luftströme nur bei allgemeiner Windstille eintreten." Die rotirenden Staubsäulen Australiens, die in der heißen Jahreszeit den Goldsuchern häufig ihre leichten Zelte umwerfen, hat Belt geschildert. Er bemerkt, daß durch sie die Temperatur an der Erdoberfläche merklich erniedrigt werde. „Wenn ich durch die ausgedörrten Ebenen reiste, sah ich häufig die Luft zittern über dem heißen Boden, wie über einem Feuerheerde. Plötzlich erhob sich, vielleicht wenige Schritte von mir, ein Sturm im Kleinen; und wenn sein Ungestüm nach wenigen Minuten ebenso plötzlich sich legte, war das Zittern der Luft nicht länger bemerklich, und die Atmosphäre war weniger drückend. Immer von Neuem wiederholte sich derselbe Vorgang, bis der Schluß unvermeidlich wurde, daß jene Wirbelwinde die Canäle seien, welche die erhitzte Luft von der Erdoberfläche zu den höhern Regionen führen... Ist einmal die Oeffnung erzwungen, so strömt die ganze erhitzte Luftschicht zu ihr hin und wird fortgerissen; die schwereren Schichten sinken nieder und pressen jene heraus." Für diese Erklärung sprechen auch die Wirbelwinde, die von Pilla und Baileul über flüssigen Lavaströmen beobachtet worden sind.

Was nun die Land- und Wasserhosen oder die Wettersäulen anlangt, so wird auch bei ihnen als Vorläufer häufig eine drückende, schwüle Luft ausdrücklich erwähnt. Sie kommen viel seltener in der kalten, als in der warmen Jahreszeit vor; auffallend häufig geht ihnen Windstille voraus. In dem Peltier'schen Verzeichnisse von 116 Land- und Wasserhosen ist bei 83 gar Nichts über den Wind bemerkt; von den übrigen

33 aber haben 20 die Bemerkung Windstille, bei fünf andern war der Wind leicht oder schwach, bei einer regelmäßig; bei den übrigen 7 bewegte die Trombe sich der Richtung des Windes entgegen. Horner sagt ausdrücklich, daß die Wasserhosen nie Wirkung eines allgemeinen Windes seien, sondern daß um sie her meistens Windstille herrsche.

Die äußere Form der Wettersäulen ist sehr verschieden. Die Landhosen erscheinen oft als ungeheure Trichter mit abgekehrter Spitze, noch häufiger als langgestreckte Säulen, meist von etwas schräger Lage oder auch gekrümmt. Bei den Wasserhosen wird gewöhnlich ein aus dem Wasser sich erhebender Fuß, ein gerader oder gekrümmter Schlauch und die Wolke in die der Schlauch oben übergeht, unterschieden. Manchmal fehlt der Fuß gänzlich und die Erscheinung gleicht einem aus den Wolken herabhängenden Horne; andererseits hat Baussard oft bei fast wolkenlosen Himmel wahrgenommen, daß Wasserhosen sich zuerst aus dem Meere erhoben und die zugehörigen Wolken, aus denen es hernach manchmal heftig regnete und blitzte, erst erzeugten oder doch vergrößerten.

Horner legt den Wasserhosen 2 bis 200 Fuß Durchmesser und 30 bis 1500 Fuß Höhe bei; Reye führt Landhosen auf, deren unteres Ende 150, ja sogar mehr als 1000 Fuß im Durchmesser hatte.

Gewöhnlich zeigen die Wettersäulen eine fortschreitende Bewegung, deren Geschwindigkeit sehr verschieden ist, von der eines Fußgängers bis 3000 Fuß in der Minute; dieselbe ist auch bei derselben Erscheinung wechselnd, häufig unten anders als oben. Daneben wird oft eine ungemein heftige Drehbewegung beobachtet: Peltier's Verzeichniß giebt eine solche bei 29 Tromben an, dagegen bei 22 nicht. Dazu kommt eine starke vertikale Bewegung: Peltier giebt bei 15 Tromben eine aufsteigende, bei drei eine absteigende des Wassers an; bei drei andern war unter der Trombe die Wasserfläche vertieft, bei 14 dagegen wurden Dünste, Sand oder schwere Gegenstände, sogar mehrmals Menschen emporgehoben. Auch ist vielfach ein allseitiges Zuströmen der Luft nach der Wettersäule hin beobachtet worden.

Vielfach sind elektrische Erscheinungen Begleiter von Wettersäulen. Weniger sind wir über die Aenderungen des Luftdruckes unterrichtet; doch fiel u. a. am 19. August 1845,

dem Tage wo eine Windhose bei Houlm (3000 Meter von Rouen) 180 große Bäume umriß und in Monville drei Spinnereien verwüstete, das Barometer in Rouen in Zeit von einer Stunde von 757,25 auf 740,91 Millim. Von den ernormen mechanischen Wirkungen dieser Phänomene giebt die Schilderung der Wettersäule von Hainichen, welche der Freiberger Professor Lampadius in seiner „Atmosphärologie“ (1806) veröffentlicht hat, eine anschauliche Vorstellung.

Was nun die Entstehung dieser Erscheinung betrifft, so hält Reye mit Muncke, Belt und Espy die Wettersäulen für verticale Luftströme, welche die warme und feuchte Luft sprudelnd emporführen, oder auch kalte Luft zu ihr herabbringen. Wegen der Plötzlichkeit, mit der sie sich in ruhiger Luft bilden, glaubt er, daß ihnen ein labiles Gleichgewicht der Luft vorausgehe. Die Erklärung eines solchen labilen Gleichgewichtes in ruhiger Luft ist sehr leicht. Vom erwärmten Boden aus wird nämlich an windstillen, sonnigen Tagen den unteren Luftschichten ganz allmälig eine höhere Temperatur ertheilt, so daß sie sich ruhig ausdehnen; unter günstigen Umständen können nun die untersten Luftschichten örtlich so stark erwärmt werden, daß sie trotz des auf ihnen lastenden Druckes leichter werden, als die darüber befindlichen. Beweise dafür sind namentlich die Luftspiegelungen in Sandwüsten. „Bei einer zufälligen, vielleicht durch einen Reiter oder den Schatten einer Wolke hervorgerufenen Störung des Gleichgewichtes setzt sich dann die allmälig angesammelte Wärmemenge plötzlich in Bewegung und die Luft reißt in heftigem Auftriebe wirbelnde Säulen von Sand hoch mit sich empor.“

Reye hat nun in einer bereits im Jahre 1864 in der Schlömilch'schen Zeitschr. für Math. u. Physik abgedruckten Abhandlung „Ueber vertikale Luftströme in der Atmosphäre“, die erweitert in den Anhang seiner neuen Schrift übergegangen ist, auf mathematischem Wege die Temperaturverhältnisse bestimmt, bei denen ruhende Luft im labilen Gleichgewicht ist. Gewöhnlich sagt man, das labile Gleichgewicht trete dann ein, wenn die untern Luftschichten so stark erwärmt werden, daß sie specifisch leichter sind, als irgend welche über ihnen befindliche Schichten. Reye zeigt indessen, daß die Luft erst dann unten leichter, als oben ist, wenn die

Temperaturabnahme für je 100 Meter Erhebung 3°42 Cels. beträgt. Das ist aber eine so starke Temperaturabnahme, daß sie bisher nur bei der Luftfahrt von Barral und Bixio wirklich beobachtet worden ist, während die sonst bei Bergebesteigungen und Luftfahrten beobachteten Temperaturabnahmen nur etwa $^1/_4$ jenes Werthes betragen. Deshalb hält Reye die Annahme, als seien bei jeder Wettersäule die unterm Luftschichten leichter als die höheren, für unstatthaft.

Aber das labile Gleichgewicht tritt in Wirklichkeit schon bei einer viel geringeren Erwärmung der untern Luftschichten ein. „Versetzen wir eine beliebige Luftmasse ohne äußere Zuführung von Wärme in eine höhere Schicht der Atmosphäre, so dehnt sie sich aus wegen Verminderung des äußeren Druckes, und ihre Temperatur sinkt gleichzeitig. Ist diese, dem Poisson'schen Spannungsgesetze entsprechende, Temperaturabnahme größer als die atmosphärische, welche der durchlaufenen Höhe entspricht, ist also unser Luftquantum bis unter die Temperatur seiner neuen Umgebung erkaltet, so muß dasselbe, wenn es sich selbst überlassen wird, wieder zu seiner frühern Lage herabsinken. Das Gleichgewicht ist dann ein stabiles oder beständiges. Dagegen wird die Luftmasse noch höher steigen, wenn ihre Temperatur-Abnahme kleiner ist, als die atmosphärische, und wenn sie deßhalb wärmer bleibt als die umgebende Luftschicht; das Gleichgewicht ist in diesem Falle ein labiles oder schwankendes. Die Rechnung zeigt, daß die Luftmasse in ihrer neuen Lage bleibt, und daß folglich die Atmosphäre im indifferenten Gleichgewicht sich befindet, wenn die Temperatur-Abnahme für einen Höhenunterschied von 100 Metern einen Grad Celsius (genauer 0° 993) beträgt. Nimmt also die atmosphärische Luft für eine lothrechte Erhebung von 100 Metern um mehr ab, als einen Grad, so ist das Gleichgewicht der Atmosphäre ein labiles; zugleich aber ist jede Luftschicht specifisch schwerer, als alle darüber befindlichen, wenn nur die Temperatur-Abnahme nicht ganz 3°42 per 100 Meter beträgt." Bei Glaisher's acht Luftfahrten im Sommer 1862 war beispielsweise die Luft bis zu 1000 Fuß engl. über der Erdoberfläche im labilen Gleichgewicht, denn die Temperatur-Abnahme betrug im Mittel 1°002 Cels., für die ersten 100 Fuß sogar 1° 8 Cels. per 100 Meter.

Ein solcher labiler Gleichgewichtszustand der Luft kann nun ebensoleicht zu abwärts als zu aufwärts gerichteten Strömungen veranlassen. Wenn gleichwohl die aufwärts gerichteten Wettersäulen die häufigeren sind, so glaubt Reye, daß der atmosphärische Wasserdampf davon die Ursache sei. „In niedersinkenden Luftströmen behält dieser Dampf seine Gasform bei; in aufsteigenden dagegen verdichtet er sich wegen rascher Erkaltung der Luft zu Nebel, und seine bedeutende, hierbei frei werdende latente Wärme, dehnt die Luft aus und treibt sie noch schneller empor.“ Bei der Expansion feuchter Luft verdichtet sich ihr Wasserdampf, nicht aber bei der Compression. „Beim Zusammendrücken folgt deshalb feuchte Luft fast genau den Spannungsgesetzen trockener Luft, und bei niedersinkenden Luftströmen hat deren Dampfgehalt keinen merklichen Einfluß. Bei gegebener Ausdehnung dagegen sinken Temperatur und Spannnng feuchter Luft lange nicht so schnell wie diejenigen der trocknen Luft, und der Auftrieb emporsteigender Luft wird also größer, wenn die Luft mit Wasserdampf gesättigt, als wenn sie trocken ist.“ Den Rechnungen Reye's zufolge macht sich diese Wirkung des atmosphärischen Wasserdampfes um so stärker geltend, je größer das Gewicht des Dampfes ist im Vergleich zu dem Gewicht der ihn enthaltenden Luft. „So z. B. macht gesättigter Wasserdampf bei 20 Grad sich viel stärker in der Luft geltend als bei Null Grad, und mehr bei geringem Luftdrucke als bei hohen; denn die Dampfmenge, welche irgend ein Raum aufnehmen kann, wächst sehr rasch mit der Temperatur und ist unabhängig vom Luftdruck, das Gewicht der in demselben Raume enthaltenen Luft dagegen nimmt bei wachsender Temperatur oder vermindertem Drucke durch Expansion ab.“

Daraus folgt weiter, daß feuchte Luft viel leichter in der Atmospäre aufsteigt als trockene, nämlich unter Umständen schon bei 1/3 Grad Cels. Temperaturabnahme für je 100 Meter Erhebung, und zwar ist die erforderliche Größe dieser Abnahme wesentlich abhängig von der Temperatur und Spannung, welche die aufsteigende Luft bei ihrem Sättigungspunkte hat. So wird z. B. bei 1 Atmosphäre Spannung und 0° Temperatur gesättigte Luft sich erst dann mit Beschleunigung erheben, wenn die Temperaturabnahme etwas über 3/4° Cels. beträgt; bei 1 Atm. und 20° aber genügt wenig über

$^1/_2{}^0$; ungefähr ebensoviel genügt für gesättigte Luft von $^1/_2$ Atm. und 0°, bei gleicher Spannung und 20 bis 30° ist dagegen nur reichlich $^1/_3{}^0$ per 100 Meter nöthig.

Uebrigens treten feuchte aufsteigende Luftströme weit häufiger in den höhern Schichten der Atmosphäre auf als in den tiefern, weil oben der Luftdruck geringer ist als unten. Daher gehören auch größere aufsteigende Luftströme an der Erdoberfläche zu den Seltenheiten, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß die Luft unten weit seltener ihren Sättigungspunkt erreicht, als in der Wolkenregion. Daher wird bei der Bildung von Wettersäulen „in der Regel diejenige Temperaturabnahme in der Luft vorhanden sein müssen, welche für den labilen Gleichgewichtszustand trockener Luft erforderlich ist, und erst in einiger Entfernung von der Erdoberfläche verdichtet sich der mitgerissene Wasserdampf und tritt dessen Verdampfungswärme, das Aufsteigen beschleunigend, in Wirksamkeit. So erklärt sich ganz einfach der kegelförmige, schlauch- oder rüsselartige Ansatz, der bei vielen Tromben aus den Wolken herabhängt.

Als Gesammtresultat seiner Untersuchungen stellt sich für Reye das heraus, daß der vertikale Luftstrom in den Wettersäulen das Erste und Ursprüngliche ist. Die oft beobachtete Saugwirkung vieler aufsteigenden Tromben, das Fallen des Barometers, die durch ungleichmäßiges Zuströmen der Luft, Unebenheiten des Bodens &c. verursachte Rotation und fortschreitende Bewegung, ebenso das Getöse, welches die Wettersäulen begleitet, sind leicht erklärliche secundäre Erscheinungen. „Ueber einer größern Fläche ... wurde die windstille oder ruhig dahin fließende Luft vom Boden aus stark erwärmt, bis allmälig ein stark gespannter Zustand des labilen Gleichgewichts eingetreten ist. An irgend einer Stelle bewirkt eine geringe Störung, etwa der Flug eines Vogels oder der Rauch eines Kamines, ein Aufsteigen der Luft. Während diese sich aufwärts bewegt, wächst ihr Auftrieb und damit zugleich ihre Geschwindigkeit; unter ihr bildet sich ein luftverdünnter Raum, nach welchem von allen Seiten die angrenzenden Luftmassen heranströmen, um ihr dann aufwärts zu folgen. Die Luftverdünnung dehnt sich, weil auch von unten die Luft hinzufließt, bis auf den Boden hin aus, dessen Unebenheiten die immer rascher anströmenden untersten Schichten theilweise aufhalten und wohl auch

von ihrer centralen Bewegung ablenken. Die Verdünungsstelle ändert deshalb ihren Ort und nimmt eine fortschreitende Bewegung an; zugleich erhält der aufsteigende Luftstrom eine kleinere oder größere Drehgeschwindigkeit.... Heulend wie bei Kaminbränden wirbelt die Luft empor in einer einzigen Säule, die schnell weiter schreitet zu andern noch stillstehenden Theilen der überhitzten untersten Schichten. Sie trifft auf einen See oder Fluß, und sofort peitschen die ringsum herandringenden Luftmassen das Wasser zu Schaum oder Dunst, der dem dunklern Staube zu den Wolken folgt. Während die schwereren Tropfen zurückfallen, um dann von Neuem aufzuspritzen, geht der mitgerissene Schaum allmälig in unsichtbaren Dampf über, zugleich durch Abkühlung die Geschwindigkeit des Aufsteigens vermindernd, und die Säule erscheint wie ein langer, oben zugespitzter Schlauch, dessen Fuß, von Spritzwasser und Dünsten umgeben, über die glatte Wasserfläche dahin schreitet. Weiter oben aber verdichtet sich wieder der Dampf zu Nebel, einen zweiten Schlauch bildend, der wie ein Trichter oben gegen die rasch zunehmende Wolke hin sich erweitert. Je schneller die Luft unten zuströmt, desto mehr nähern sich die beiden spitzen Schlauchenden, bis sie sich vereinigen zu einer einzigen, bis an die Wolken reichenden Säule. Am andern Ufer wird dann der leichte Flußsand aufgewirbelt, werden vom seitlich heranbrausenden Luftstrom die alten Uferweiden geknickt und die durchschrittenen Saaten gegen den Fuß des Wirbelwindes hin zu Boden gedrückt... Endlich sind die überhitzten untern Luftschichten erschöpft, vielleicht auch durch niederströmenden Regen abgekühlt; die Staubsäule löst sich vom Boden und verschwindet bald in den Gewitterwolken.“ Das häufige Auftreten von Schnee und Hagel nach Wettersäulen erklärt Reye einfach dadurch, daß die Wasserdämpfe durch den aufsteigenden Luftstrom bis zu eiskalten Luftschichten emporgehoben werden, wo sie gefrieren, um in fester Form wieder herabzustürzen,“ eine Erklärung, für welche auch das Vorkommen von Sandkörnern und Erdtheilchen im Innern mancher Hagelkörner spricht.

Den Uebergang von den Wettersäulen zu den großen Wirbelstürmen bilden durch ihre Größe und ihre fürchterlichen mechanischen Wirkungen die Tornados der Vereinigten Staaten. Schon Loomis hat in Silliman's Journ., Bd. 43, ein

Verzeichniß von 27 näher beobachteten derartigen Stürmen gegeben, das Reye, noch um 6 vermehrt, reproducirt. Was die genauere Schilderung dieser Stürme anlangt, so können wir hier nicht näher darauf eingehen und müssen uns auf Hervorhebung folgender Punkte beschränken. Die Temperatur beim Eintritte eines Tornado ist gewöhnlich eine ungemein hohe, auch starke Luftfeuchtigkeit wird oft ausdrücklich in den Beschreibungen hervorgehoben. Von 21 Tornados traten nur 5 ein als die Sonne noch unterm Horizont war, die 16 andern zwischen Mittag und 6 Uhr Nachmittags; in den Herbst fielen von 31 nur 6, die übrigen 25 auf Frühling und Sommer, auf Mai und Juni allein nicht weniger als 13. Wie bei den Wettersäulen, wird auch bei den Tornados die Form als trichter- oder schlauchartig, nach oben sich erweiternd angegeben; aber ihre Breite beträgt an der Erdoberfläche durchschnittlich 680 Meter und steigt bei mehrern bis 1600 Meter; die Länge ihrer Bahn wechselt von 3 bis 1280 Kilometer (Tornado von Brandon in Ohio, 20 Jan. 1854, 3 Uhr Nachm.), im Mittel ist sie 67 Kilom; die Geschwindigkeit des Fortschreitens ist durchschnittlich 990 Meter in der Minute, die zerstörenden Wirkungen geschehen deshalb fast momentan. Wenn in einem Tornado eine Drehung nachgewiesen werden konnte, so erfolgte sie stets gegen die Sonne, während bekanntlich bei kleineren Wirbeln der Drehungssinn verschieden ist; auch bewegen sich die Tornados sehr regelmäßig nach Osten. Nicht selten treten auch gleichzeitig, parallele Bahnen verfolgend, mehrere Tornados auf, ähnlich wie man es bei den Tromben beobachtet.

Reye's Theorie geht nun dahin, daß wie in den Wirbelwinden und Wettersäulen der vertikale, in den meisten Fällen aufsteigende Luftstrom das Ursprüngliche ist, indem er das Heranströmen der Luft zum Fuße, die Abnahme des Luftdruckes, die rasche Bildung von Regen und Gewitterwolken verursacht und die größten mechanischen Wirkungen hervorruft, so auch dieselbe Ursache den größeren Wirbeln bis zu den Tornados und Cyklonen zu Grunde liegt. Darauf weist schon die ungeheure Menge Luft hin, die unten in den Cyklonen gegen die luftdünne Mitte heranströmt;

dafür sprechen auch die ausgedehnten Wolkenmassen, von denen die Cyklonen überdeckt sind, und die gewaltigen Regenmengen, die aus ihnen herabstürzen und die ganz unerklärlich sein würden, wenn man nicht die Annahme gelten lassen wollte, daß sie in Form von durchsichtigem Wasserdampf von der aufsteigenden Luft zu den stets sich erneuernden Wolken emporgetragen werden. Nur darf man bei der großen Erstreckung der Cyklonen über Tausende von Quadrat-Seemeilen nicht mehr von der Voraussetzung eines labilen Gleichgewichtszustandes in der Atmosphäre ausgehen, auch die Rotationsbewegung nicht zufälligen Umständen, Unebenheiten des Bodens ꝛc. zuschreiben, wie bei den Wettersäulen und andern kleinern Wirbeln. „Dagegen dürfen und müssen wir voraussetzen, daß die untersten Luftschichten im Wirbelsturm und rings um denselben stark mit Wasserdämpfen geschwängert und in den Sommermonaten auch verhältnißmäßig stark erwärmt sind."

Es liegen nun allerdings wenig Berichte über Beobachtungen vor, die einen Beitrag zur directen Beantwortung der Frage: „Wie entstehen die Wirbelstürme?" liefern; öfter läßt sich die Stelle, wo dieselben entstanden, angeben. Piddington hat zwei Berichte von Schiffen überliefert, die in der Bai von Bengalen sich innerhalb heftiger, erst im Entstehen begriffener Cyklonen befanden; es sammelten sich da dichte, tiefgehende Wolken, in denen es blitzte und der Regen begann in Strömen zu fließen, während der Wind in heftigen, immer stärker werdenden Stößen blies. Manche Cyklonen, wie die, welche Dr. Lämeyrie am 2. Sept. 1804 an Bord des Kutters „Le Vautour" in der Nähe der Gambiaküste wahrnahm, und der Antigua-Orkan vom August 1857, sind, wie es scheint, aus gewaltigen Tromben entstanden. „Bei andern Cyklonen", urtheilt Reye, „mag zuerst die rasche Bildung ausgedehnter Gewitterwolken einen starken aufsteigenden Luftstrom veranlaßt haben, oder auch es mag durch das Vordringen kalter Luftströme in der Wolkenregion eine bedeutende und umfangreiche Störung des atmosphärischen Gleichgewichts eingetreten sein. Genug, Ursachen lassen sich schon finden, welche unter günstigen Umständen das erste Emporsteigen der warmen und feuchten untern Luftschichten in großem Maaßstabe veranlassen." Indem nun die Luft von allen Seiten ringsum herbeiströmt,

wird dem aufsteigenden Luftstrome immer neues Material zugeführt, und die in der Höhe stattfindende Condensation des Wasserdampfes sorgt für die längere Fortdauer dieses Prozesses. Auf diese Weise entsteht aber nicht, wie man denken könnte, ein centripetaler Sturm an der Erdoberfläche, sondern wenn über einer sehr ausgedehnten Fläche die Luftmassen emporsteigen und unten also ein ausgebreiteter Verdünnungsraum entsteht, so muß eine wirkliche Cyklone entstehen, und zwar wie zuerst Belt im J. 1859 bemerkt hat (Philos. Mag. IV. Ser. 17, p. 47—53), in Folge der Rotation der Erde. „Zur Erläuterung nehmen wir beispielsweise an, die Luft ströme allseitig aus einer Entfernung von 120 Seemeilen oder zwei Graden des Erdmeridianes zur Verdünnungsstelle heran, und zwar anfangs wirklich centripetal. Befindet sich alsdann dieser luftdünne Centralraum auf der nördlichen Erdhälfte, so ist er der Erdachse näher, als die aus Süden, und weniger nahe, als die aus Norden heranströmenden Luftmassen, und die Geschwindigkeit, mit der er um die Erdachse rotirt, ist folglich kleiner, als diejenige der südlichen und größer, als die der nördlichen Luftströme. Die südlichen müssen deshalb dem Centrum nach Osten voraus eilen, und die nördlichen nach Westen hin zurückbleiben; und trotz ihrer anfänglichen centralen Bewegung werden diese Luftströme nicht in Radien dem Centrum sich nähern, sondern in Spiralen, welche von N. über W. nach S. und O., also gegen die Sonne sich winden. Die nachrückenden Luftmassen folgen diesen Windungen, haben aber wegen ihrer Centrifugalkraft und weil der Einfluß der Erdrotation fortdauert, beständig die Tendenz, sie der Kreisform zu nähern, so daß es begreiflich ist, wenn bei ausgedehnten Cyklonen die centripetale Bewegung sehr zurücktritt gegen die um das Centrum kreisende. Wenn die Verdünnungsstelle südlich vom Aequator liegt, so muß aus gleichen Gründen die Rotation in gerade entgegengesetzter Richtung erfolgen.

Ist die Verdünnungsstelle weniger umfangreich, so wird auch der Luftzufluß aus geringerer Ferne blos stattfinden, die Erdrotation wird sich weniger geltend machen, die wirbelnde Bewegung wird weniger merklich und schon nach Zurücklegung eines kurzen Weges erschöpft sein. So bei den amerikanischen Tornados und den kleineren See-Tornados äquatorialer Gegenden.

Betrachten wir nun die Fortdauer einer Cyklone, so ist klar, daß die in mehr oder minder steilen Schraubenwindungen emporgewirbelten Luftmassen in den obern Regionen sich ausdehnen und ihre Wasserdämpfe sich zu Wolken verdichten müssen. Wahrscheinlich zeigen uns die losen, fliegenden Sturmwolken unten die zuerst gebildeten Niederschläge; weiter oben aber verdichten sich immer größere Mengen des mitgerissenen Wasserdampfes zu compakten Wolkenmassen, welche selbst in großer Ferne wie eine düstere unheilvolle Bank erscheinen. Die zugleich frei werdende latente Wärme des Dampfes dehnt die aufsteigende Luft aus und beschleunigt dadurch ihr Emporsteigen. Zugleich erweitert der unten schon sehr weite Luftstrom sich nach allen Seiten, und in einer uns unbekannten Höhe fließen die aufsteigenden Luftmassen nach Verlust des größten Theiles ihres Dampfgehaltes, der als Regen zu Boden fällt, seitlich ab und breiten so den durch sie gebildeten und stets erneuerten Wolkenteppich aus bis weit über die Grenzen der Cyklonen.

Unten aber an der Meeresfläche herrscht unter der aufsteigenden Luftsäule ein niedrigerer Druck als anderwärts. Nach dieser Stelle strömt von allen Seiten die Luft mit wachsender Geschwindigkeit, woraus die Thatsache erklärlich wird, daß mit der Annäherung an das Centrum die Heftigkeit des Sturmes wächst. Bei der Annäherung an das luftdünne Centrum dehnt sich aber die Luft aus und manchmal verdichtet sich ein Theil ihres Dampfgehaltes schon an der Meeresfläche, die Wolken hängen dann im Innern der Cyklone bis aufs Meer hernieder, „Meer und Wolken scheinen sich zu verschlingen.“ Aber noch ehe die rasch sich ausdehnende Luft die Cyklonenachse erreicht, beginnt sie aufzusteigen und so entsteht in der Mitte ein windstiller Centralraum, über dem sich manchmal eine Aufklärung des Himmels, das „Auge des Sturmes“ zeigt, während ringsum schwere Wolken sich aufthürmen.

In Folge der oben abfließenden Luftmassen läßt sich erwarten, daß am äußern Rande der Cyklonen der Luftdruck sich erhöht. In der That at schon Redfield die Bemerkung gemacht, daß den meisten amerikanischen Winterstürmen ein hoher Barometerstand vorausgeht, und die von ihm veröffentlichte Barometercurve für den Teyfun der Boninienseln (27—29. Oct. 1854), sowie die Beobachtung, welche Reid am 1. Oct. 1848

an Bord des Postdampfers „Medway“ machte, zeigen deutlich das Steigen des Barometers jenseits der Grenzen der Cyklonen.

Was die fortschreitende Bewegung der Cyklonen, und zwar zunächst der europäischen anlangt, so schließt sich Reye in Bezug darauf der Erklärung an, die Mohn gegeben hat. Dieser theilt, wie die folgende Figur andeutet eine nahezu nach Osten gehende Cyklone durch einen von SSW nach NNO gehenden Durchmesser in zwei Hälften, die er folgendermaßen charakterisirt:

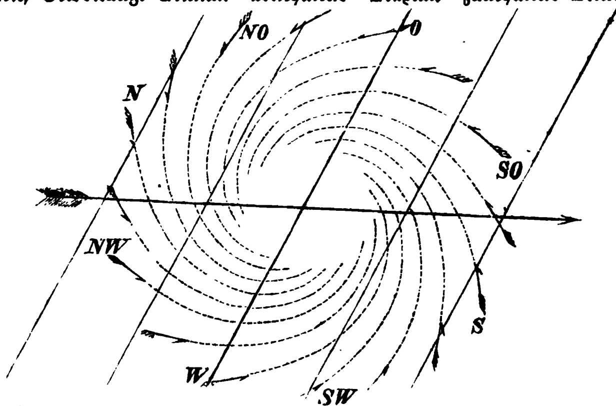
Auf der vorderen Hälfte ist der Wind O, SO, S, SW bis W, d. h. er hat eine südliche Componente,	Auf der hintern Hälfte ist der Wind W, NW, N, NO u. O, d. h. er hat eine nördliche Componente,
das Barometer ist im Sinken,	das Barometer ist im Steigen,
die Temperatur nimmt zu,	die Temperatur nimmt ab,
die Spannung des atmosphärischen Wasserdampfes wird größer,	die Spannung des atmosphärischen Wasserdampfes wird kleiner,
die Wolkenmenge ist im Wachsen, Regen und Schnee stark und anhaltend.	die Wolkenmenge ist im Abnehmen, Regen oder Schnee schwach und stoßweise.

Auf der östlichen, vorderen Hälfte befindet sich also die aus Süden kommende Luft, die schon ihrer höhern Temperatur wegen aufsteigt, wozu noch kommt, daß sie dampfreicher ist, also auch mehr Wolken bilden wird, als die nördliche Luft. Nach dieser östlichen Seite wird also auch die Stelle des tiefsten Barometerstandes und damit der ganze Wirbel fortschreiten, denn die Cyklone muß sich immer nach der Seite hin bewegen, an welcher längere Zeit hindurch die wärmste und feuchteste Luft in ihr emporsteigt und in welcher demnach auch die dichtesten Wolken sich bilden und der meiste Regen herabstürzt. So erklären sich die regelmäßigen Bahnen der Wirbelstürme. Was insbesondere die westindischen Orkane anlangt, so hält es Reye für möglich, daß der Golfstrom ihre Umbiegung nach NO veranlaßt. „Denn bevor sie denselben erreichen, erhalten sie den wärmsten und feuchtesten Theil ihrer Luft jedenfalls aus Süden, und derselbe steigt, um ihr Centrum herumwirbelnd, in ihrer nordwestlichen Hälfte auf; wenn sie aber ganz in der Nähe des Golfstromes angelangt sind, so dürfte dieser ihnen von Westen her noch feuchtere

Luft zusenden, als der Süden und diese wird dann schon auf ihrer nordöstlichen Seite emporsteigen.“ Doch bemerkt Reye, daß im Betreff des Umbiegens der Bahnen der Cyklonen besonders mit Rücksicht auf den etwaigen Einfluß des festen Landes und der vorherrschenden Winde, namentlich des Passats noch weitere Forschungen wünschenswerth seien.

Schließlich kommt Reye noch auf die Frage zu sprechen, warum die Cyklonen in der heißen Zone so überaus heftig seien, und warum sie an Heftigkeit ab-, an Umfang aber zunehmen, je mehr sie sich der kalten Zone nähern. Den Grund dieser Erscheinung vermuthet er darin, daß über den Meeren der heißen Zone die Luft wärmer ist und deshalb mehr Wasserdampf aufnehmen kann, während sie über den Meeren der gemäßigten Zone zwar kühler, aber trotz ihres geringeren Dampfgehaltes ihrem Sättigungspunkte näher ist. Je mehr Wasserdampf aber der Luft beigemengt ist, desto mehr Wärme wird bei dessen Ver-

Fig. 25.



Mohn's ideelle Sturmkarte einer europäischen Cyklone.

dichtung frei, desto heftiger also wird auch die Luft emporgerissen; daher die Heftigkeit der Cyklonen in der heißen Zone. Ist aber die Luft ihrem Sättigungspunkte nahe, so wird schon ehe die Gegend des niedrigsten Barometerstandes erreicht ist, die

Ausdehnung so groß sein, daß der Wasserdampf condensirt wird und die Luft in Folge davon aufsteigt, der Wirbelsturm gewinnt daher an Ausdehnung, weil aber bei Condensation des Wasserdampfes weniger Wärme frei wird, so verliert er an lokaler Gewalt.

Eine Bestätigung dieser Theorie der Wettersäulen und Wirbelstürme findet Reye nicht nur in ihrem vorzugsweisen Auftreten während der heißen Tages- und Jahreszeit, sondern auch in ihrer geographischen Verbreitung. Eine ungleich wichtigere Rolle aber als jetzt mögen die Cyklonen damals gespielt haben, als die Erde sich noch in glühendem Zustande befand, und ähnliche Phänome, wie unsere Wirbelstürme beobachten wie auch noch heute auf der Sonne. Nicht nur bemerkt man in vielen Protuberanzen, z. B. in der von Zöllner am 29. Aug. 1869 beobachteten, deutlich wirbelnde Bewegungen (vgl. die Abbildung im VII. Jahrg. dieses Jahrb. S. 11) und man darf daher viele Protuberanzen als Erscheinungen nach Art unserer Wettersäulen ansehen, sondern es sind auch wie schon vor langer Zeit Sir J. F. Herschel bemerkt hat, mit den Sonnenflecken Umstände verknüpft, welche mit Gewalt den Gedanken an Tornados in der Sonnenatmosphäre aufdrängen. Reye kommt denn auch zu dem Ergebnisse, daß die Sonnenflecke wolkenartige Verdichtungsprodukte in den tiefern Regionen der Sonnenatmosphäre sind, welche sich ähnlich wie die großen Wolkenschichten der irdischen Cyklonen von unten her erneuern*). Die nähere Begründung dieser Ansicht müssen wir aber hier übergehen, ebenso wie wir auch rücksichtlich der zu Grunde liegenden Rechnungen, sowie der weitern Ausführung überhaupt unsere Leser auf die Schrift von Reye selbst verweisen.

Schließlich mag noch einer kürzlich von Meldrum ausgesprochenen Ansicht über den Zusammenhang der Cyklonen und Sonnenflecken gedacht werden. Derselbe hat nämlich, gestützt auf die 25-jährigen Erfahrungen des meteorologischen Vereins der Insel Mauritius, für das Gebiet vom Aequator bis 25° südl. Breite und von 40 bis 110° östl. Länge einen auffallenden Wechsel der Häufigkeit erkannt. So waren die 5 Jahre 1847—51 durch häufige Cyklonen charakterisirt, von

*) Aehnliche Ansichten haben neuerdings auch Faye u. A. ausgesprochen.

1852—57 folgte eine Zeit verhältnißmäßiger Ruhe, dann kamen wieder 6 stürmische Jahre 1858—63, während die nächsten 5 Jahre 1864—68 eine beträchtliche Abnahme zeigten, seit 1869 endlich besteht wieder eine Zunahme, so daß im Jahre 1872 bis zum 28. Juni die Zahl der Wirbelstürme größer war, als in irgend einem ganzen Jahre seit 1861. Meldrum macht dabei aufmerksam auf den Umstand, daß die Zeiten größter und geringster Häufigkeit der Cyklonen zusammenfallen mit den Epochen der Maxima und Minima der Sonnenflecken. Es erhellt dies aus folgenden Zahlenangaben:

Periode des Sonnenflecken-		Zahl der Cyklonen
Maximums	1847—49	15
Minimums	1855—57	8
Maximums	1859—61	21
Minimums	1866—68	9
Maximums	1870—72	14

Diesen von Meldrum vermutheten Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Cyklonen und Sonnenflecken bespricht auch Wolf in Zürich in Nr. XXXI seiner „Astron. Mittheilungen“ und kommt zu dem Schlusse, daß derselbe nicht ganz zu verwerfen, aber auch nicht als erwiesen zu betrachten sei.

Das Nordlicht.

Optische Theorie des Nordlichtes. Im Anschluß an die theoretischen Betrachtungen über das Nordlicht, welche im vorigen Jahrg. dieses Werkes mitgetheilt worden sind, machen wir noch aufmerksam auf die Theorie, mit welcher neuerdings Dr. A. Wolfert hervorgetreten ist.*) Im Gegensatze zu den bisher herrschenden, angeblich nur auf ungenaue oder unwesentliche Beobachtungen begründeten Ansichten, welche das Nordlicht ausschließlich für eine Erscheinung des Erdmagnetismus erklären, scheint es Wolfert an der Zeit, „eine Anschauung zur Geltung zu bringen, welche anknüpfend an die einzelnen Stadien des Nordlichtes und sich überall auf unbestritten feststehende physikalische Gesetze stützend, den ganzen Vorgang als

*) „Das Nordlicht, eine weder magnetische noch elektrische Erscheinung.“ Petermann's Geogr. Mittheil. Jahrg. 1872, S. 412 u. f.

eine Erscheinung der Reflexion und Brechung der Sonnenstrahlen auffaßt."

Sieht man die Erdoberfläche als eine Spiegelfläche an, so muß ein großer Theil der Sonnenstrahlen, welche unter spitzem Winkel auftreffen, zurückgeworfen werden nach einem Theile des Himmelsgewölbes, welcher der Nachtseite der Erde sichtbar ist. Nach Wolfert's Ansicht haben wir „vermuthlich eine ähnliche Erscheinung im sogenannten Zodiakal- oder Thierkreislichte, das sich in den Sommernächten der Wendekreise als Theil einer leuchtenden Ellipse am Himmel zeigt und wahrscheinlich das zerstreute Bild der in dem Weltmeer sich spiegelnden und gegen den Himmel reflectirten Sonne ist."

Aehnlich soll es sich nun auch mit dem Nordlichtschein verhalten. Es sind hier die unermeßlichen, noch weit vom Pole abwärts nach Süden sich erstreckenden Eisfelder, welche die Luftstrahlen reflectiren, während die Eisfelder vom Pol selbst nur theilweise und zeitweilig in Betracht kommen, weil diese Gegenden während des größten Theiles des Winters nicht von der Sonne beschienen werden. „Diese Eisfelder sind nun einem Spiegel gleich zu achten, der das einfallende Licht unregelmäßig reflectirt, d. h. zerstreut; da nach einem katoptrischen Gesetze die Intensität des Lichtes wächst, je unvollkommener der Spiegel polirt ist, so wird auch hier ein intensives Licht gegen das Firmament geworfen werden müssen."

Einen zweiten Grund für die Nothwendigkeit, daß das reflectirte Sonnenlicht besonders der schräg beschienenen Meridiane mit großer Intensität den nächst gelegenen Nachthimmel erleuchten muß, sowie gleichzeitig eine Erklärung des hellen und immer blender werdenden Scheines, welcher bei der Entwickelung des Nordlichtes den nordwestlichen Himmel erleuchtet, findet Wolfert in dem katoptrischen Gesetz, daß „die Menge des reflectirten Lichtes wächst mit dem Einfallswinkel, d. h. je schiefer die Strahlen einfallen."

Auch die Farben des Nordlichtes sucht unser Autor zu erklären. „Wenn wir einen weißen Sonnenstrahl in einem Krystall-Prisma auffangen, so wird er in demselben gebrochen und erscheint dann als sogenanntes Spektrum in den bekannten sieben Farben des Regenbogens. Das Eis besitzt nun wie kaum ein anderer Körper die lichtbrechenden Eigenschaften des

Prismas im höchsten Grade, und zwar wird das Licht in demselben unter einem Winkel von 90° gebrochen. Es folgt daraus, daß diejenigen Stellen der Eisfläche, auf welche die Strahlen unter einem Winkel von 45° einfallen, unter Verdoppelung dieses Winkels durch die Reflexion ihre lichtbrechende Eigenschaft voll entwickeln und so kein weißes sondern ein gebrochenes Licht gegen das Firmament reflectiren müssen. Diejenige Stelle der Erde, auf welcher jene Strahlwinkel für den Meridian von Deutschland und Schweden und damit übereinstimmend für die Stunden von 7 bis 10 Uhr, in denen wir bei uns das Nodlicht zu sehen bekommen, sich bilden, liegt etwas südlich von Grönland und im südlichen Theile der Baffinsbai. Das Prisma, welches uns die Erscheinung macht, besteht aus reinem Seeeise, daher der prachtvolle Farbenglanz desselben auf europäischer Seite. In Nordamerika sind die Erscheinungen bei weitem nicht so glänzend, da dort die Reflexions-Ebene in Kamtschatka und den nördlichen Ländergebieten Asiens zu suchen ist." Es wird nun weiter die allmälige Ausbildung der verschiedenen Farben entwickelt.

Wolfert bespricht dann die Bildung der den Höhepunkt der Entwickelung des Nordlichts bezeichnenden Krone, „jener Vereinigung der nahe dem Zenith convergirenden rothen Strahlenenden. Es ist dies eine nothwendige Folge des Umstandes, daß wir das Himmelsgewölbe als einen großen Hohlspiegel ansehen müssen, welcher das an seinem untern Rande aufrecht stehende Bild an seinem obern Rande verkehrt zeigt."

Weiter bespricht unser Verfasser den häufigen, meist plötzlichen Wechsel in der Gruppirung der Nordlichtstrahlen. Er findet den Grund dafür „erstens in der Unebenheit des Reflexionsfeldes, zweitens in der Bewegung desselben durch die Drehung der Erde, und drittens in zeit- und theilweisen Verdunkelungen desselben durch Wolkenschatten."

Auch den tangentialen Strahlen, die in der Atmosphäre eine Ablenkung von ihrer Richtung erleiden, schreibt Wolfert eine Wirkung zu. Sie sollen nämlich den farbigen Bogen erzeugen, der die Erscheinung des Nordlichtes einleitet, bis zur höchsten Entwickelung stehen bleibt und erst mit der Krone verschwindet. „Es ist zu verwundern, daß diese höchst charakteristische Erscheinung, welche das Auftreten sämmtlicher Nord-

lichter des Jahres 1870 eingeleitet hat, in keiner Erscheinung derselben erwähnt ist. Nur Biot erwähnt ihrer bei der Beschreibung eines auf den Shetland-Inseln beobachteten Nordlichtes."

Wolfert glaubt, daß die häufigsten und prächtigsten Nordlichter im Winter sich zeigen (in Wahrheit finden die Maxima der Häufigkeit im März oder April und im September statt); da aber doch im Sommer die Cirkumpolargegend unserer Hemisphäre von der Sonne beschienen wird, so sollte man erwarten, daß auch um diese Zeit sich häufig Nordlichter zeigen. Unser Verfasser findet den Grund für das Nichteintreffen dieser Erwartung in der Abplattung der Erde.

Als nothwendige Folge dieser Theorie ergiebt sich noch, daß Nord- und Südlichter in entgegengesetzten Jahreszeiten auftreten müssen. „Ein gleichzeitiges Auftreten von Nord- und Südlichtern ist also kaum denkbar, es müßte denn gerade an der Tag- und Nachtgleiche selbst sein"; daß solches gleichzeitiges Auftreten nördlicher und südlicher Polarlichter häufig constatirt worden ist, so z. B. bei den großartigen Erscheinungen am 24.—25. September und 25. und 26. October 1870*), scheint ihm nicht bekannt zu sein. Ein gleichzeitiges Beobachten beider soll ganz unmöglich sein, „weil der Beobachter dann auf dem Aequator stehen müßte, wo erfahrungsmäßig Polarlichter nicht gesehen werden."

Wir haben die Theorie Wolfert's an dieser Stelle ziemlich ausführlich wiedergegeben, um möglichst alle Ansichten, welche über eine so interessante Erscheinung wie die Polarlichter zu Tage treten, unsern Lesern vorzuführen. Für begründet können wir sie nicht erachten.

Auf Neuheit kann dieselbe übrigens keinen Anspruch machen. Schon Mairan hat in seinem 1733 erschienenen Traité des Aurores boréales eine Anzahl Autoren aufgezählt, welche das Nordlicht durch Reflexion und Brechung des Sonnenlichts zu erklären suchen, und noch im Jahre 1860 hat Dr. K. J. Cle-

*) Vergl. die Mittheilungen von Meyer und Neumayer in der Zeitschr. der Oesterreich. Ges. f. Meteorologie. 1870 (VI. Bd.), S. 155 und 225.

ment eine Schrift veröffentlicht*), in welcher er eine ähnliche Theorie mit den Worten auseinandersetzt: „Im gefrornen Ocean um den Nordpol tritt mit Augustus die Dämmerung der langen Nacht im Verein mit Mist (bedeutet im Friesischen und Englischen dichten Nebel, im Deutschen ist kein Wort dafür) Sturm und bitterem Frost bei klarem Sternhimmel ein. Die Treibeisfelder und die einzelnen Schollen werden von Wind und See in ungeheure Bewegung gesetzt. Zu solchen Zeiten bilden sich die Eisberge, die ja aus unzähligen, von den Wogen auf einander geworfenen und zusammengefrorenen Schossen (Eisschollen) bestehen (?). Die Eisschollen jener Region sind so klar wie Krystalle. Eine Refraction derselben wie eine Reflexion erscheint mir selbst ohne Sonne denkbar (?). Die einfache Reflexion oder der Eisglanz wäre dann die weiße Aurora, die Refraction aber in dem Schaum und Gespritz der hochauffspeienden Wogen und in den nebeldisigen Dunstmassen an der Eisoberfläche die rothe." **)

Ueber die Häufigkeit der Nordlichter in Nordamerika werden von der Smithsonian Institution folgende Angaben gemacht***):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
1869:	13	13	18	23	14	17	18	15	22	17	9	13	192
1870:	19	18	23	21	22	14	20	19	21	21	18	17	233
1871:	11	13	15	16	17	17	9	13	13	15	19	12	170

Merkwürdig ist die große Anzahl im Jahre 1870, in demselben Jahre, in welchem auch die Sonnenflecken des Maximum der Häufigkeit hatten.

*) Das große Nordlicht in der Nacht zum 29. Aug. 1859 und die Telegraphenverwirrung in Nordamerika und Europa. Hamburg, Perthes, Besser & Mauke. 1860.

**) Ueber die Wolfert'sche Theorie hat neuerdings M. E. Pechuel-Lösche in Petermann's Geogr. Mittheil. 1873 VI, S. 228 u. f. eine Arbeit veröffentlicht, welche die Grundlosigkeit verschiedener von Wolfert gegen die übliche Erklärung des Nordlichts erhobener Einwürfe näher nachweist.

***) Am. Journ. of Science. May 1872.

III.

Mechanik und mechanische Technologie.

Maaße und Gewichte.

Im ersten Jahrgange dieses Jahrbuches ist ein kurzer Bericht über die Mitteleuropäische Gradmessung erstattet worden. Das Ziel, welches ursprünglich bei diesem Unternehmen vorlag, ist seitdem wesentlich erweitert worden, indem alle größeren Staaten Europa's beigetreten sind, so daß die Messungen sich vom Ural bis nach Portugal und von den nördlichsten Gegenden Schweden = Norwegens bis nach Sicilien erstrecken. Unter diesen Umständen war es gewiß am Platze, daß die zweite, vom 30. September bis 7. October 1867 in Berlin abgehaltene allgemeine Conferenz der Bevollmächtigten der verschiedenen Staaten den Beschluß faßte, das Unternehmen künftig mit dem Namen „Europäische Gradmessung" zu bezeichnen. Ueber die zur Förderung dieses Unternehmens in den verschiedenen Ländern ausgeführten Arbeiten geben die alljährlich vom Centralbureau veröffentlichten „General=Berichte" (Berlin, G. Reimer) nähere Auskunft. Indem wir uns für einen späteren Jahrgang dieses Werkes einen allgemeinen Ueberblick über diese Arbeiten vorbehalten, wollen wir diesmal nur ein durch die Europäische Gradmessung veranlaßtes Unternehmen kurz besprechen.

Meter= Conferenz. Bei Erörterung der Frage,

welches Maaß wohl am zweckmäßigsten als geodätische Maaßeinheit zu wählen sei, sprach sich die erwähnte zweite Gradmessungs-Conferenz für das Meter aus, nicht weil diese Länge an sich besondere Vorzüge hat, sondern lediglich weil „unter den möglicherweise in Betracht kommenden Maaßen das Meter die größte Wahrscheinlichkeit der Annahme für sich hat." Um aber für alle Zeiten und für alle Länder Europa's eine gemeinschaftliche Maaßeinheit so genau und unveränderlich als möglich zu definiren, erschien die Herstellung eines neuen Europäischen Normalmeters wünschenswerth, dessen Länge von derjenigen des französischen Mètre des archives so wenig als nur möglich abweichen und auf's Genaueste mit demselben verglichen werden sollte. Bei Herstellung des neuen Urmeters sollte auf die leichte Ausführbarkeit der nothwendigen Vergleichung besondere Rücksicht genommen werden. Die Anfertigung dieses neuen Urmeters, sowie die Herstellung und Vergleichung der für die verschiedenen Länder bestimmten Copien, sollten einer besondern internationalen Commission anvertraut worden, bei welcher die verschiedenen Regierungen vertreten wären.

Wesentlich in demselben Sinne sprach sich auch im Jahre 1869 die Petersburger Akademie der Wissenschaften aus.*)

Diese Anträge sind von Seiten der französischen Gelehrten vielfach falsch aufgefaßt und darum mit Mißtrauen aufgenommen worden. Um dies besser zu verstehen, wollen wir einen kurzen Rückblick auf die Geschichte des metrischen Systemes werfen.

Nach der ursprünglichen Idee sollte das Meter bekanntlich ein Naturmaaß sein. Brisson scheint der Erste gewesen zu sein, der ein solches Maaß in Vorschlag brachte. Am 14. April 1790 las er nämlich in der Académie des Sciences ein Memoir,**) in welchem er als Längeneinheit die Länge des Sekundenpendels vorschlug, ein Gedanke, der später in England zur Ausführung kam, indem der durch Parlaments-

*) Der Bericht von Jacobi ist in den Comptes rendus der Pariser Akademie, T. 69, S. 425 (16. Aug. 1869) abgedruckt.

**) Essai sur l'uniformité des mesures, tant linéaires que de capacité et du poids, et sur une nouvelle manière de construire les toises destinées á servir d'étalon. Abgedruckt im Récueil de l'Académie. Année 1788 (Datum des Druckes 1791).

beschluß im Jahre 1824 adoptirte Standard-Yard die Länge des Londoner Sekundenpendels repräsentiren soll.

Die Anregung zu dem Brisson'schen Vorschlag hatte der von Tayllerand in der Nationalversammlung gestellte Antrag gegeben, der verwirrenden Mannichfaltigkeit der in den alten Provinzen Frankreichs herrschenden Maaße und Gewichte durch ein einheitliches Maaß- und Gewichtssystem für ganz Frankreich ein Ende zu machen. In Folge dieses von der Versammlung angenommenen Antrages wurde eine Commission von Gelehrten (die Commission des poids et mesures), zu welcher die bedeutensten Mathematiker und Physiker Frankreichs, Laplace, Lagrange, Borda, Delambre, Prony, Méchain, Lavoisier, gehörten, mit den nöthigen Vorarbeiten beauftragt. Die neue Längen-Einheit, das Meter, sollte nach den Vorschlägen dieser Commission der 10000000ste Theil des durch die Pariser Sternwarte gehenden Meridianquadranten sein, und durch ein Gesetz vom 18. Germinal des Jahres III (7. April 1795) wurde das provisorische Meter auf 443,442 Pariser Linien*) festgesetzt. Diese Länge war aus der von Lacaille im Jahre 1740 vollendeten Messung des französischen Meridianbogens zwischen Dünkirchen und Collioure abgeleitet. Inzwischen waren aber Delambre und Méchain mit einer neuen Messung desselben Meridianbogens beschäftigt (1792—1798) und auf Grund dieser Messung wurde die definitive Länge des Meters durch Gesetz vom 6. Messidor des Jahres VII (25. Juni 1800) auf 443,296 Linien oder 0,513,074 Toisen festgestellt. Schon vorher, am 4. Messidor des Jahres VII (23 Juni 1800),

*) Die eigentliche Grundlage bildet also die Toise zu 6 Fuß zu 12 Zoll zu 12 Linien. Diese Toise heißt auch die Toise du Pérou. Als nämlich im Jahre 1735 von Frankreich aus zwei Expeditionen ausgesandt wurden, die eine nach Lapland, die andere nach Peru, um dort Meridianmessungen vorzunehmen und dadurch die Frage nach der Abplattung der Erde zu entscheiden, versah man sie mit zwei gleichen eisernen Toisen, welche nach derjenigen Toise abgeglichen waren, welche man im Jahre 1668 in einer Treppenstufe des Chatelet zum öffentlichen Gebrauche eingelassen hatte. Von diesen zwei Maßstäben kam nur der peruanische unverletzt nach Frankreich zurück und seitdem diente er statt der Chatelet-Toise als Normalmaßstab, indem man unter Toise seine Länge bei + 13° R. verstand, weil + 13° R. die mittlere Temperatur war, bei welcher er in Peru benutzt worden war.

waren die neuen Maß- und Gewichtseinheiten, nämlich ein bei 0° C. die Länge eines Meters angebender Platinstab und ein Platingewicht, welches gleich dem Gewicht eines Cubikcentimeters Wasser bei seiner größten Dichtigkeit (+ 4° C.) oder gleich einem Kilogramm ist, von der Commission, die sich durch mehrere nicht französische Mitglieder, wie Tralles und van Swinden, ergänzt hatte, der Regierung und dem Gesetzgebenden Körper vorgelegt und dann im Archiv deponirt worden.

Die Meridianmessungen wurden später (bis 1808) durch Arago und Biot bis zur Insel Formentera fortgesetzt und die Resultate, welche sich für den Bogen Barcellona-Formentera ergaben, waren in Uebereinstimmung mit den früher gewonnenen Resultaten. Bei einer Revision der Rechnungen in den Jahren 1836 bis 1840 entdeckte indessen Puissant einen Fehler von 69 Toisen, der bei Berechnung des Bogens zwischen den Parallelen von Barcellona und Formentera begangen worden war. Mit Berücksichtigung des südlichen französischen Bogenstückes mußte sich nun eine andere Länge für den Erdquadranten ergeben, als die französischen Gelehrten früher ermittelt hatten. Bessel, der in den Astron. Nachr. Bd. 19, No. 438, S. 97—116 seine hierauf bezüglichen Berechnungen mitgetheilt hat, fand für den Erdquadranten die Länge von 5 131 179, 81 Toisen (statt 5 130 740, wie bei der Bestimmung des Meters angenommen worden war) oder 10 000 0856 Meter. Sollte daher das Meter, der Bestimmung der Commission des poids et mesures entsprechend, wirklich der zehnmillionte Theil des Erdquadranten sein, so müßte dasselbe nicht 0,513074 Toisen oder 443,296 Pariser Linien, sondern 0,513118 Toisen oder 443,334 Linien haben.

Der Widerspruch der französischen Gelehrten gegen die Vorschläge der zweiten Gradmessungs- Conferenz ging nun, wenigstens zum großen Theil, aus der ganz irrthümlichen Meinung hervor, als werde eine von den erwähnten Fehlern freie nochmalige Ableitung des Meters aus dem Dimensionen des Erdellipsoides absichtigt. Es kam daher im Schoße der Pariser Akademie zu einer längeren Discussion über jenen Vorschlag und eine von der französischen Regierung niedergesetzte Commission, aus Mitgliedern der Akademie und des Längenbureau

bestehend, unter dem Vorsitze des Marschall Vaillant sprach sich für die Beibehaltung des Mètre des Archives als Normalmaaßstab aus und wollte nur die Herstellung und Vergleichung der an die verschiedenen Länder abzugebenden Etalons einer internationalen Commission übertragen wissen. Dieser Ansicht schloß sich auch die Akademie in ihrer Sitzung vom 22. August 1869 an.*)

In Folge der Schritte, die auf Grund der erwähnten Berliner Conferenz-Beschlüsse geschehen waren, trat nun am 8. August 1870 eine internationale Conferenz zusammen, an welcher Bevollmächtigte von Oesterreich-Ungarn, Chile, Columbia, Spanien, Rumänien, den Vereinigten Staaten, Ecuador, Großbritannien, Griechenland, Italien, Nicaragua, Peru, Portugal, Rußland, San Salvador, Norwegen, Schweden, der Schweiz und Türkei theilnahmen. Aus Deutschland waren der einige Wochen vorher erfolgten Kriegserklärung halber keine Abgeordneten erschienen; ebenso waren die Niederlande, Belgien und Dänemark nicht vertreten. Mit Rücksicht auf die nicht vertretenen Staaten erklärten sich nun zwar die anwesenden 25 Conferenzmitglieder nicht für berufen, endgültige Beschlüsse über die neuen Meterprototypen zu fassen; man wollte aber wenigstens die bei den ferneren internationalen Verhandlungen maaßgebenden Principien feststellen. Die französischen Mitglieder wollten anfangs nur von der Herstellung eines Strich-Meterprototypes als Copie des Mètre des Archives etwas wissen, während die Mehrzahl der anderen ihre Aufgabe weiter auffaßte und sie, wie ein von O. von Struve u. a. gestellter Antrag es ausdrückte, auf alle die Maßregeln ausgedehnt wissen wollte, „welche dem metrischen Maaß- und Gewichtssysteme einen wahrhaft internationalen Charakter verleihen und geeignet wären, die neuen metrischen Prototype den Anforderungen der heutigen Wissenschaft gemäß herzustellen.“ Bei diesem Antrage erwachte wiederum das bereits oben erwähnte Mißtrauen der französischen Conferenzmitglieder. Indessen gelang es, eine Verständigung herbeizuführen, und nachdem auch das französische Ackerbau- und Handelsministerium sich mit den weitergehenden Anträgen der fremden Conferenzmitglieder ein-

*) Die ganze Discussion findet sich in den Comptes rendus, T. LXIX, 1869 août 16, 23, septembre 27, octobre 4, 18; der Commissionsbericht (von Dumas) ist das. S. 514—518 abgedruckt.

verstanden erklärt hatte, wurden dieselben angenommen und man wählte ein besonderes Comité zur Vorbereitung der wichtigsten Untersuchungen für die nächste Versammlung der internationalen Commission. Am 13. August 1870 schlossen die Sitzungen der ersten Conferenz.*)

Durch den Krieg erlitt natürlich die ganze Angelegenheit eine beträchtliche Störung, und die dritte, vom 21. bis 30. September 1871 in Wien abgehaltene allgemeine Conferenz der Europäischen Gradmessung sah sich daher veranlaßt, mit dem Ausdrucke der Befriedigung über die in Paris von der internationalen Metercommission gefaßten Beschlüsse zugleich den Wunsch auszusprechen, „daß die französische Regierung ihrer im vorigen Jahre gemachten Zusage gemäß die internationale Commission sobald als möglich zur weitern Förderung der Angelegenheit wieder einberufen möge.“

Dieser Wunsch ging denn auch in Erfüllung. Nachdem ein von der Conferenz von 1870 gewähltes internationales Comité für Maaß und Gewicht seit 3. April 1872 in Paris getagt und alles zur Beschlußfassung Nöthige vorbereitet hatte, trat am 24. September desselben Jahres die Meter-Conferenz unter dem Vorsitze von Mathieu wieder zusammen.

Die neuen Meter- und Kilogramm-Prototypen. Die Bedenken, welche schon früher gegen die Unveränderlichkeit der im Conservatoire des Arts et Métiers aufbewahrten Meter- und Kilogramm-Prototypen erhoben worden waren, hatten inzwischen allseitig Anerkennung gefunden. Man war daher übereinstimmend der Ansicht, daß neue Maß- und Gewichts-Prototypen angefertigt würden, und man beschloß,**) als Material für dieselben eine Legirung von 90 Gewichtstheilen Platin mit 10 Iridium mit einem Remedium von 2 Proc. zu benutzen. Aus diesem, von einem Gusse herrührenden Metalle, sollen dann die Metermaaßstäbe in einer Länge von 102 Centimeter hergestellt werden. Wie der im Archiv befindliche sollen

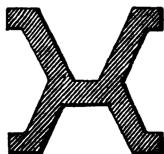
*) Vergl. die Berichte von Struve und Wild im „Bericht über die Verh. der dritten allgemeinen Conferenz der Europ. Gradmessung“ S. 51 u. 52. und den von Morin in den Comptes rendus, 1870 août 22.

**) S. die ausführliche Mittheilung der Beschlüsse der Meter-Commmission in den Comptes rendus, 1872 octobre 14, S. 849 u. f.

auch die neuen Maaßstäbe Strichmaße werden, auf denen die Länge des Meters durch die Entfernung zwischen den beiden Endstrichen bei 0° angegeben wird. Während der eine dieser Maßstäbe als Normalmaaßstab in Paris zurückbleibt, sollen die andern an die verschiedenen Regierungen versandt werden. Sie alle sollen möglichst genau dem französischen Mètre des Archives gleich gemacht werden. Auf Wunsch werden aber auch Endmaße angefertigt, d. h. solche, bei denen die Längeneinheit durch die Entfernung der beiden Enden des Maßstabes angegeben wird.

Von Interesse ist die Form dieser neuen Etalons.*) Das Meter der Archive hat als Querschnitt ein Rechteck von 25 u. 4 Millim. Seite und ist sehr biegsam. Dieser Uebelstand ist bei den englischen, von Baily construirten Etalons des Yard vermieden, aber der Querschnitt derselben ist viel größer, nämlich ein Quadrat von 1 Zoll (engl. = 25 Millim.) Seite. Wenn aber ein an zwei Punkten unterstützter Stab sich biegt, so behält eine gewisse Schicht, die sogenannte „neutrale Schicht", ihre Länge bei, während auf einer Seite derselben eine Verkürzung, auf der andern eine Ausdehnung in der Längsrichtung stattfindet. Man hat daher, um die Biegung des Maaßstabes unschädlich zu machen, gewöhnlich die Theilstriche auf der neutralen Schicht aufgetragen und zu dem Zwecke Theile dieser Schicht bloßgelegt, sei es indem man an den Enden des Maaßstabes die Dicke desselben auf die Hälfte reducirte, oder daß man Vertiefungen eingrub, auf deren Grunde die Theilstriche aufgetragen wurden. Für die neuen Meter-Etalons entschloß man sich nun zu gänzlicher Bloßlegung der neutralen Schicht, wodurch der Querschnitt die in beistehender Figur in natürlicher Größe dargestellte Form erhält. Die obere Fläche des Mittelstückes ist die neutrale Schicht, auf ihr wird die Theilung abgetragen. Das so erhaltene Profil hat 150 Quadrat-Centimeter Fläche. Es ist allerdings nicht leicht herzustellen, und es werden Schmiede, Walzwerk, Hobelmaschine und Ziehbänke zusammenwirken müssen, um das gewünschte Resultat zu

Fig. 26.



*) Note von Tresca in den Comptes rendus, 1872 novbre. 18, S. 1223.

erlangen; dafür bietet aber diese Form auch ganz wesentliche Vortheile: die Ablesung ist unabhängig von der Biegung, letztere selbst ist viel geringer als beim alten Meteretalon, die Furche, auf deren Grund die Theilung kommt, kann polirt werden, was man bei einzelnen Gruben nicht machen kann, und endlich kann man die Thermometer in die Furche legen, die dort gleichsam im Metall eingeschlossen sind.

Bei den Endmaaßen wird dasselbe Profil angewandt, ihre Enden sollen aber eine sphärische Abrundung von 1 Meter Radius erhalten.

Was das Kilogramm betrifft, so soll dasselbe, im luftleeren Raume gewogen, mit dem im Pariser Conservatoire des Arts et Métiers aufbewahrten möglichst genau übereinstimmen, und auch die Form soll dieselbe sein, ein Cylinder, dessen Durchmesser und Höhe gleich sind, mit schwach abgerundeten Kanten.

Von Wichtigkeit ist nun aber noch namentlich die Vergleichung der alten mit den neuen Maaß- und Gewichts-Prototypen, und gerade in dieser Hinsicht ließen die bisher in Paris üblichen Apparate und Methoden vieles zu wünschen übrig. Auch in dieser Beziehung sind von den Theilnehmern der Conferenz sehr eingehende Versuche angestellt worden, die zu der Annahme berechtigen, daß die Abgleichung der neuen mit den alten Maßen und Gewichten mit aller nur möglichen Genauigkeit, und was besonders hervorzuheben ist, nach einer übereinstimmenden Methode erfolgen wird. Von Bedeutung ist noch, daß die Aufbewahrung des Urmeter und Urkilogramms und ihre Verwendung zum Copiren einer internationalen Commission anvertraut worden ist, die in Paris ihren Sitz haben soll. Zwar sträubten sich die französischen Conferenzmitglieder anfangs gegen diese Maßregel; als aber von Seiten der Deutschen die Bildung einer solchen internationalen Commission in Berlin in Aussicht gestellt wurde und die schweizerischen, holländischen, skandinavischen und russischen Commissare dem beistimmten, gab man auch von französischer Seite seine Zustimmung.

Das π= Meter. Mit diesem Namen bezeichnet Dr. Carl Jicinsky in Wien (Rathhausstraße 9) einen von ihm zur vorjährigen polytechnischen Ausstellung nach Moskau geschickten und dort prämiirten Maaßstab, mit dessen Hilfe man zu jedem

auf dem Papiere gezeichneten Kreisdurchmesser sofort den Kreisumfang angeben kann und umgekehrt. Es sind eigentlich drei neben einander liegende Maaßstäbe, nämlich zu unterst ein Metermaaßstab, dann ein Maaßstab, welcher zu den einzelnen Theilstrichen 1, 2, ... des ersten die zugehörigen Werthe $\pi - 3$, $2(\pi-3)$, ... angiebt und seine Theilung nach dem ersten hinkehrt, und endlich ein dem zweiten gleicher, der seine Theilung nach dem obern Rande hinkehrt. Wie man diesen Maaßstab benutzt, ist sofort klar. Von Interesse ist die Art, wie der Erfinder die Zahl π, oder eigentlich $\pi-3$ construirt. Es ist nämlich

$$\frac{1}{10}(10 \cos 15^0 + 4{,}5) = 0{,}141592582.$$

und da die Kreisumfangszahl π den Werth 3,1415926535 ... hat, so ist durch vorstehende leicht zu construirende Formel der Werth von $\pi-3$ auf 7 Decimalstellen genau ausgedrückt.

Die Clouth'sche Rechenscheibe ist in der Hauptsache nur eine Verbesserung der Sonne'schen Rechenscheibe (Jahrg. I dieses Jahrb. S. 192), indem sie außer den Logarithmen der gewöhnlichen Zahlen auch die der Sinus und Cosinus enthält. Sie besteht aus einem festliegenden Limbus mit den Logarithmen der gewöhnlichen Zahlen und einem innerhalb desselben liegenden Alhidadenkreise, der dieselben Logarithmen, sowie außerdem noch die der Sinus und Cosinus enthält. Letztere sind in drei concentrische Kreise geordnet, deren innerster die Logarithmen der Sinus und Cosinus mit der Kennziffer 7 enthält, während der mittelste diejenigen mit der Kennziffer 8 und der innerste die mit der Kennziffer 9 giebt. Die Uebertragung dieser Theilungen auf die äußere Skala erfolgt mittels eines radialen Zeigers mit 4 Spitzen, welche genau in gerader Linie liegen und über die 4 Skalen hinstreichen. Der Durchmesser der Scheibe beträgt 27,5 Centimeter, und die Theilung ist daher hinlänglich groß um vierstellige Logarithmen ablesen zu können; auch kann eine kleine Lupe auf den Zeiger aufgesteckt werden. Die Theilung der trigonometrischen Skalen, welche in Sexagesimal- und Centesimalgraden geliefert wird, gestattet bis 30° noch ein sicheres Ablesen der Minuten.

In ihrer jetzigen Einrichtung ist diese Rechenscheibe beson-

ders für Geodäten geeignet, und es lassen sich mit ihr die meisten arithmetischen und trigonometrischen Rechnungen mit großer Geschwindigkeit und mit einer für viele Zwecke ausreichenden Genauigkeit ausführen. Jedenfalls ist das Instrument bequemer als die in Frankreich und Italien viel verbreiteten Rechenschieber. Für Maschieneningenieure wird noch eine Skala zur Erleichterung des Potenzirens und Radicirens als wünschenswerth bezeichnet.

Das Instrument ist durch den Erfinder, M. F. Clouth in Mayen, Reg.-Bez. Coblenz, sowie durch die Mechaniker Dennert & Pape in Altona zum Preise von 17 Thaler zu beziehen.

Einige für die Technik bemerkenswerthe Geschwindigkeiten.*)

0m 010 mittlere Geschwindigkeit des Abbrennens der Bickford'schen Zündschnur.

0 015 Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen von Hartgußwalzen;
vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Walzen in Blech- und Schienenbiegmaschinen.

0 018 mittlere Geschwindigkeit des beweglichen Scherenblattes bei Parallelscheren, des Stempels der Lochmaschinen.

0 025 Arbeitsgeschwindigkeit der Oeffner und Schlagmaschinen für Baumwolle, gemessen an der Zuführungswalze.

0 030 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Gewindebohrer und Schneidebacken bei Schraubenschneidemaschinen.

0 040 mittlere Arbeitsgeschwindigkeit der Tuchschermaschinen;
Arbeitsgeschwindigkeit der Zwirnmaschinen für Streichgarn.

0 050 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen, Ausbohren und Hobeln stählerner Arbeitsstücke.

0 060 Umfangsgeschwindigkeit der rotirenden cylindrischen Lumpen-Kochapparate (Papierfabrikation).

---

*) Anhang zu Prof. E. Hartig's „Tafel der Umfangsgeschwindigkeiten pro Sekunde, berechnet (mit der Thomas'schen Rechenmaschine) aus Durchmesser und Umgangszahl pro Minute." Weimar, B. F. Voigt. 1872.

0m 064 mittlere Arbeitsgeschwindigkeit der Zwirnmaschine für Seide.

0 070 größte Wassergeschwindigkeit, bei welcher in Flüssen abgelagerter Schlamm und feiner Sand (bis 1/2 Millim. Korngröße bei Quarz) noch nicht weggeführt wird (nach Telford, Rittinger).

0 075 Arbeitsgeschwindigkeit der Papiermaschine bei Herstellung starken Cartonpapieres (Püschel).

0 08 mittlere Arbeitsgeschwindigkeit der Tuchrauhmaschinen;
" Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen, Ausbohren und Hobeln gußeiserner Arbeitsstücke.

0 10 zweckmäßigste Arbeitsgeschwindigkeit der Blechspannmaschinen; mittlere Arbeitsgeschwindigkeit der Tuchtrockenmaschinen mit endlosen Spannketten (Semper); Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes, in welchem eckige Quarzkörner von 1 Millim. Korngröße in fallender Schwebe erhalten werden (Rittinger).

0 11 mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen, Ausbohren und Hobeln schmiedeeiserner Arbeitsstücke.

0 13 mittlere Arbeitsgeschwindigkeit der Bürstmaschinen für Tuch.

0 14 Arbeitsgeschwindigkeit der Ketten= Lein= und Schermaschinen für Streichgarn (Tuchfabrikation);
Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes, in welchem eckige Quarzkörner von 2 Millim. Korngröße in fallender Schwebe erhalten werden (Rittinger).

0 15 größte Wassergeschwindigkeit, bei welcher in Flüssen abgelagerter fetter Thon noch nicht abgeführt wird (Telford);
mittlere Schnittgeschwindigkeit beim Abdrehen, Ausbohren und Hobeln bronzener Arbeitsstücke.

0 19 Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes, in welchem eckige Quarzkörner von 4 Millim. Korngröße in fallender Schwebe erhalten werden (Rittinger).

0 20 Arbeitsgeschwindigkeit beim Ziehen des stärksten Eisendrahtes.

0 21 Umfangsgeschwindigkeit der Papierwalze in den Glättkalandern der Papierfabrikation (Püschel).

0m 24 vortheilhafteste Arbeitsgeschwindigkeit der Eimerketten bei Flußbaggern.

0 25 Umfangsgeschwindigkeit hölzerner Arbeitsstücke beim Abdrehen mit dem Handstahl (?).

0 33 vortheilhafteste Arbeitsgeschwindigkeit der Dampftrockenmaschinen für Baumwollengewebe.

0 35 vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Frässcheibe beim Schneiden guß- und schmiedeeiserner Zahnräder; Arbeitsgeschwindigkeit der Papiermaschinen bei Herstellung dünnen Schreibpapieres (Püschel).

0 40 mittlere Geschwindigkeit des Wassers in den Ober- und Untergräben hydraulischer Motoren.

0 44 vortheilhafteste Schnittgeschwindigkeit des Stemmeisens bei Holzstemmmaschinen.

0 47 Umfangsgeschwindigkeit der Walzen zum Zerquetschen der Erze (Werthheim).

0 60 vortheilhafteste Geschwindigkeit des im Göpel gehenden Ochsen.

0 63 größte Wassergeschwindigkeit in Flüssen, bei welchen abgelagerter Grand (Korngröße 10 Millim. bei Kugelform und Quarz) noch nicht in Bewegung gesetzt wird (Telford, Rittinger).

0 67 größte zulässige Geschwindigkeit der Webschützen bei seidenem Schuß; vortheilhafteste Geschwindigkeit der Eimerwerke (Elevatoren) für Mahlgut.

0 70 mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Quetschwalzen für Oelfrucht.

0 75 vortheilhafteste Geschwindigkeit der Hechelstäbe in den Hechelmaschinen für Flachs;
mittlere Arbeitsgeschwindigkeit der Kalander in den Appreturanstalten für Gewebe;
vortheilhafteste Geschwindigkeit der von Menschen gedrehten Kurbelgriffe.

0 80 vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Schneidwalzen und Kreisscheren; vortheilhafteste Geschwindigkeit des im Göpel gehenden Esels.

0 82 größte zulässige Umfangsgeschwindigkeit der Trommelsiebe in der Aufbereitung der Erze (Rittinger).

0m	90	vortheilhafteste Geschwindigkeit des im Göpel gehenden Pferdes.
0	92	größte Wassergeschwindigkeit, bei welcher in Flüssen und Strömen abgerundete Kieselsteine (von 20 Millim. Durchmesser bei Kugelgestalt) noch in Bewegung gesetzt werden (Telford, Rittinger).
1	00	mittlere Geschwindigkeit der Luft bei kaum merklichem Winde; vortheilhafteste Geschwindigkeit des Wassers in den Saug- und Druckröhren einfach wirkender Kolbenpumpen; durchschnittliche Arbeitsgeschwindigkeit bei Gassengmaschinen.
1	10	vortheilhafteste Arbeitsgeschwindigkeit der Tuchmaschmaschinen, desgl. der Preßprich-Wiede'schen Walzenwalken.
1	22	größte Wassergeschwindigkeit, bei welcher in Flüssen und Strömen eckige Kieselsteine noch nicht in Bewegung gesetzt werden (Telford).
1	30	Umfangsgeschwindigkeit der Preßwalzen bei Wolltrockenmaschinen; Arbeitsgeschwindigkeit beim Ziehen von feinem Eisendraht.
1	32	reglementmäßige Marschgeschwindigkeit der Fußsoldaten des deutschen Heeres (108 Schritte zu 0m 732 in der Minute) bei vollem Gepäck (20 Kilogr.).
1	33	größte zulässige Geschwindigkeit der Webschützen bei Leinengarn.
1	50	mittlere (?) Geschwindigkeit eines Fußgängers ohne Belastung auf horizontaler Bahn (1 Meile = 7500m in 83 2/3 Minuten); vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Schienenwalzen und der Grobeisenwalzen.
1	53	größte Wassergeschwindigkeit in Bächen und Flüssen, bei welcher Conglomerate und Schiefer noch nicht in Bewegung gesetzt werden (Telford).
1	60	vortheilhafteste Geschwindigkeit des Wassers in den Saug- und Druckröhren doppelt wirkender Kolbenpumpen.

1m	67	größte zulässige Geschwindigkeit des Webschützen bei Streichgarn.
1	70	mittlere Arbeitsgeschwindigkeit der Walzwerke für Eisenblech.
1	80	vortheilhafteste Fahrgeschwindigkeit der Kettendampfschiffe in todtem Wasser.
2	00	Geschwindigkeit der Luft bei mäßigem Winde.
2	20	vortheilhafteste mittlere Geschwindigkeit der Schermesser an Getreidemähmaschinen (Perels).
2	30	vortheilhafteste Arbeitsgeschwindigkeit der Walkenwalzen für Stoffe.
2	44	höchste zulässige Geschwindigkeit, mit welcher Hafer, Kleie, Mehl ꝛc. auf einem fortlaufenden endlosen Tuche transportirt werden kann, ohne von der Luft zerstreut zu werden.
2	50	Schnittgeschwindigkeit bei Gattersägen; vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Feineisenwalzen; größte zulässige Geschwindigkeit des Webschützen bei Kammgarn.
2	54	größte zulässige Einfahrgeschwindigkeit der Fahrgestelle in Schächten bei Beförderung von Menschen (bergamtliche Vorschrift in Sachsen).
2	75	höchste zulässige Transportgeschwindigkeit für schwere und reine Körnerfrüchte in Luft auf endlosem Tuche.
3	00	größte zulässige Umfangsgeschwindigkeit der Walzen bei Drahtwalzwerken; Umfangsgeschwindigkeit der Messerwalzen bei Kettenwölfen (Streichgarnspinnerei).
3	33	größte zulässige Geschwindigkeit des Webschützen bei Baumwollengarn.
3	36	relative Geschwindigkeit zwischen Tuch- und Schercylinder bei den Langschermaschinen für Tuch.
3	50	vortheilhafteste Geschwindigkeit des Leuchtgases in den Leitungsröhren.
3	68	größte zulässige Ausfahrgeschwindigkeit der Fahrgestelle in Schächten bei Beförderung von Menschen (bergamtliche Vorschrift in Sachsen).
3	75	relative Geschwindigkeit zwischen Tuch- und Rauhtrommel bei den Tuchrauhmaschinen.
4	00	Geschwindigkeit der Luft bei frischem Winde.

4	00	größte zulässige Umfangsgeschwindigkeit der Bohrer im Holze; mittlere Fahrgeschwindigkeit der Flußdampfer in todtem Wasser.
4	50	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Zackentrommel im Taylor'schen Oeffner für Baumwolle; mittlere Umfangsgeschwindigkeit des Schneidezahnes an Räderschneidmaschinen beim Schneiden hölzerner Verzahnungen.
4	75	relative Geschwindigkeit zwischen Tuch- und Bürstwalze bei den Bürstmaschinen für Tuch.
5	00	mittlere Fahrgeschwindigkeit der Seedampfer; mittlere Umfangsgeschwindigkeit der zum Schleifen der Arbeitsstähle gebräuchlichen Schleifsteine (?); Umfangsgeschwindigkeit hölzerner Arbeitsstücke beim Abdrehen auf Supportbänken.
5	10	mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Trommel bei Vorspinnkrempeln für Schafwolle.
5	60	mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Trommel bei Reiß- und Pelzkrempel der Streichgarnspinnerei.
6	50	günstigste Geschwindigkeit der Luft für den Betrieb der Windmühlen.
7	00	mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Holländerwalzen (Papierfabriken).
7	43	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Wasserwalze in den Haderschneidern (Papierfabriken).
8	00	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Trommel bei den Krempeln für Baumwolle.
8	50	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der zur Verwandlung von Holz in Papierstoff verwendeten (Völter'schen) Schleifsteine.
9	00	Geschwindigkeit der Luft bei gutem Seewinde.
10	0	größte praktisch rathsame Umfangsgeschwindigkeit der Mühlsteine; vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit feinkörniger Schleifsteine in Schleifmaschinen; vortheilhafteste Geschwindigkeit des Blattes bei Bandsägen; mittlere Umfangsgeschwindigkeit der großen Schleifsteine in den Maschinenfabriken;

10	00	vortheilhafteste Geschwindigkeit der Luft in den Windleitungen der Gebläse.
12	5	größte zulässige Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge auf den deutschen Eisenbahnen (§ 25 des Bahnpolizeireglements vom 1. Januar 1872), 6 Meilen in der Stunde.
13	5	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Trommel bei den Vor- und Feinkrempeln für Werg.
15	0	mittlere Umfangsgeschwindigkeit der Schmirgelscheiben zum Schlichten und Poliren; Geschwindigkeit der Luft bei sehr starkem Winde.
16	0	Umfangsgeschwindigkeit des Tambours am Risler'schen Epurateur.
18	0	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Schneidköpfe bei Fräsmaschinen für Holz; mittlere Fluggeschwindigkeit der Brieftaube (Prechtl.)
20	8	größte zulässige Fahrgeschwindigkeit der Personenzüge auf den deutschen Eisenbahnen (§ 25 des Bahnpolizeireglements vom 1. Jan. 1872), 10 Meilen in der Stunde.
25	0	größte zulässige Fahrgeschwindigkeit der Schnellzüge auf deutschen Eisenbahnen (§. 25 des Bahnpolizeireglements vom 1. Jan. 1872), 12 Meilen pro Stunde; größte zulässige Umfangsgeschwindigkeit der großen Fabrikschleifsteine bei vorzüglichstem Material derselben; vortheilhafteste Geschwindigkeit des Treibseiles an den Laufkrahnen mit Seilbetrieb nach Ramsbottom.
27	0	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Schmirgelscheibe an Sägenschärfmaschinen.
30	0	Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den menschlichen Empfindungs- und Bewegungsnerven (Preyer).
35	0	größte zulässige Umfangsgeschwindigkeit der Schlagflügel für Baumwolle; mittlere Fluggeschwingigkeit der Schwalbe (Sonnet).
37	0	ungefähre Fluggeschwindigkeit des Adlers (Simmler).
40	0	vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Kreissägen für Holz und für heißes Eisen.

50^{m} 0 vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Centrifugen für Wollentuch und andere Gewebe.

60 0 größte Umfangsgeschwindigkeit der Schlagstäbe an der Carr'schen Schleudermühle beim Zerkleinern der härtesten Materialien.

75 0 vortheilhafteste Umfangsgeschwindigkeit der Trommeln von Lumpenwölfen in der Kunstwollfabrikation.

332 77 Schallgeschwindigkeit in freier trockener Luft bei 0° Temperatur nach der Berechnung von Schröder van der Kolk (1865) aus den 1823 in der Utrechter Haide von Moll und van Beek angestellten Versuchen (Poggend. Ann. Bd. 124, S. 453).

11 690 000^{m} Fortpflanzungsgeschwindigkeit voltaischer Ströme in Telegraphenleitungen nach den 1871 von Plantamour und Hirsch in den Leitungen Zürich-Rigi, Rigi-Neuchatel, Zürich-Neuchatel angestellten Versuchen.

18 400000^{m} Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Inductionsströme in Telegraphenleitungen nach den 1864 von Plantamour und Hirsch in der Leitung Genf-Neuchatel angestellten Versuchen.

298 000000 Geschwindigkeit des Lichtes nach den 1862 von Foucault mit Benutzung irdischer Lichtquellen angestellten Versuchen (Poggend Ann. Bd. 118, S. 485).

463 500000 Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Entladungsstromes einer Leidener Flasche in einem Kupferdrahte von 1^{mm} 70 Dicke nach Wheatstone (Poggend. Ann. Bd. 34, S. 464).

Thermodynamische Maschinen.

Baxter's Kesseldampfmaschinen, in verschiedenen Größen von 2 bis 10 Pferdestärken mit 4,2 Kilogr. Dampfdruck pro Quadrat-Centim., werden als ökonomisch gerühmt und sind in Amerika sehr beliebt. Ihre Eigenthümlichkeit besteht darin, daß der Cylinder nebst Schieberkasten sich ganz im Innern des Kessels befindet, dessen Deckplatte der ganzen Maschine als Fundament dient. An dieser Platte ist auch

der Cylinder befestigt. Auf diese Weise geht die Expansion ohne Condensation vor sich, sogar etwa mit fortgerissenes Wasser könnte bei der Expansion mit verdampft werden. Diese Maschinen werden von der Colt's Arms Company in Hartford, Connecticut, gebaut.*)

Die horizontale Dampfmaschine der Newry Foundry Company ist bemerkenswerth wegen einer eigenthümlichen Kolbenstangen-Geradführung, welche von William Rennie jun. zu Newry in Irland herrührt und sich gut bewährt zu haben scheint, da im August vor. Jahres schon gegen 50 derartige Maschinen von 457 bis 812 Millim. Cylinderweite im Betriebe waren. Die Kolbenstange ist mit einer Art Wiege, einem unten kreisbogenförmig abgerundeten Gußstücke verbunden, welches beim Hin- und Hergehen der Kolbenstange auf der glatt gehobelten Grundplatte ruhig oscillirt, wobei das an der Kolbenstange befindliche Querhaupt immer in gleicher Höhe bleibt. Seitliche Leitstücke und Anschläge hinten nnd vorn verhindern seitliche Abweichungen und Gleiten der erwähnten Wiege in der Längsrichtung. Die der Luftpumpe zugewendete Seite der Wiege trägt noch ein Paar Arme, welche die Luftpumpe zwischen sich fassen und durch Gelenkstangen mit dem Querhaupte derselben verbunden sind. Der Cylinder besitzt doppelte Schieber, je einen für jede Seite; auf dem Rücken bewegt sich noch ein Expansionsschieber.**)

Eine schnellgehende Dampfmaschine hat John E. Sweet in Syracus, Ver. Staaten, angegeben. Es ist eine Versuchsmaschine, die eine Menge interessanter Constructionen in sich vereinigt. Namentlich ist das Zusammengießen verschiedener Theile bei derselben weiter getrieben, als sonst üblich: Cylinder, Dampfkasten, Cylindermantel, vorderer Cylinderdeckel, Bett, Lineale, Regulatorstütze sammt den Achsenbüchsen für Coulisse, Steuerwelle und Schwungrad sind alle aus einem Stück. Viele kleinen Theile, die sonst geschmiedet

---

*) Scientif. American, Oct. 1871, S. 258., Polytechn. Centralbl. 1872, S. 155.

**) Engineering, Aug. 1872, S. 163., Polytechn. Centralbl. 1872, S. 1580.

werden, sind aus Gußstahl. Wegen der nähern Einrichtung verweisen wir auf die unten angegebenen Quellen.*)

Versuche über die Leistungen kleiner Dampfmaschinen sind in England bei der landwirthschaftlichen Ausstellung zu Oxford angestellt worden, und zwar mit kleinen transportabeln Maschinen von 4 Pferdestärken (zu 3200 Fußpfund engl. pro Stunde) sowie mit Maschinen von 4 bis 10 Pferdekraft und mit gesondertem Kessel.**)

Was zunächst die transportabeln 4pferdigen, am Kessel selbst befestigten Maschinen betrifft, so zeigte den höchsten Wirkungsgrad eine Maschine mit horizontalem Kessel, von **Clayton & Shuttleworth**, welche in der Stunde per Pferdekraft nur 3,72 Pfund engl. Kohle verbrauchte, während der Kohlenverbrauch bei einer Maschine mit vertikalem Kessel (Maschine horizontal) von **Eagles** 27,61 Pfund betrug. Während die erste Maschine mit dem bei den Versuchen zugemessenen Kohlenquantum von 56 Pfund 3 Stunden 45 Min. 24 Sek. reichte, verbrauchte die letztere dasselbe schon in 30½ Minuten. Folgende Tabelle zeigt die Hauptresultate der mit verschiedenen transportabeln Maschinen angestellten Versuche:

Firma.	Cylinder-Durchmesser. Zoll	Hublänge. Zoll	Umdrehungen pro Min.	Kohlenverbr. pr. Std. u. Pfdkr.	Einrichtung der Maschine	Preis der Masch. Pfd. St.
Clayton & Shuttleworth	7	12	110	3,72	hor. Kessel	145
Robey	7¼	12	120	5,91	vert. „	100
Riches & Watts . . .	6½	10	150	6,60	„ „	105
Ashby, Jeffery & Luke .	6¾	10	150	6,22	„ „	102
Brown & May . . .	7 3/16	12	120	4,44	hor. „	125
Hancock & Foden . . .	7	12	120	8,83	vert. „	95
Marshall, Sons & Co. .	7¼	12	110	5,67	„ „	115
Reading-Eisenwerk . .	5¾	14	140	4,65	hor. „	145
Eagles	6½	10	100	27,61	vert. „	100
Davey, Paxmann & Davey	6¾	12	115	6,01	„ „	105
Nicholson	6¾	12	100	15,18	„ „	100

*) Engineering, Juli 1872, S. 51., Polytech. Centlbl. 1872, S. 1111.
**) Näheres im Engineer Nr. 771 u. im Civilingenieur 1872 (Bd. 18), Heft 2, S. 93.

Es haben hiernach die Maschinen mit horizontalem Kessel die besten Resultate gegeben. „Man kann dies nicht für zufällig halten, denn die horizontalen Kessel besitzen entschieden den Vorzug, daß die Bläschen des erzeugten Dampfes sich leichter über die verhältnißmäßig weit größere Oberfläche des Wassers im Kessel erheben können, als dies in den vertikalen Kesseln der Fall ist, weshalb bei letzteren mehr Gefahr des Ueberreißens von Wasser vorhanden ist. Diese Gefahr ist um so größer, je höher die Dampfproduktion gesteigert wird ... Leider herrscht auch in Bezug auf Dampfmaschinen die Mode, und seit einigen Jahren sind gerade vertikale Kessel Mode geworden. Dies kann in gewissen Fällen, z. B. bei Krahnen, wo diese Form der Kessel vorzugsweise benutzt wird, sehr zweckmäßig sein, wenn der Raum sehr beschränkt und man gezwungen ist, mehr in die Höhe als in die Breite zu gehen; für landwirthschaftliche Zwecke kann aber Nichts diese Art von Kesseln empfehlen, als etwa eine geringe Ersparniß... an den ersten Anschaffungskosten, und diese Sparsamkeit ist dann sehr falsch angebracht."

Mit den stationären Maschinen wurden folgende Resultate erlangt.

Firma.	Nom. Pfd. Stärke	Cylinderdurchmesser Zoll	Hublänge Zoll	Umdrehungen pr. Mi.	Kohl.-verbr. pr. St. u. Pfdkr.	Einrichtung der Maschine	Preis der Msch. Pf.-St.
G. H. Ellis	8	10	10	125	—	Hebelmsch.	7
E. R. & E. Turner .	10	11	18	105	6,09	liegend	142
Clayton & Shuttleworth	10	10	20	65	4,12	"	240*
Marshall Sons & Co.	10	10¾	16	70	5,18	"	130
Reading-Eisenwerke .	10	8⅝	20	105	4,22	"	202*
W. S. Underhill . .	10	10¾	14	97	5,87	"	150

Die erste, vom Aussteller als Hebelmaschine (lever engine) bezeichnete Maschine hat eine eigenthümliche Einrichtung. „Der Cylinder ist rechtwinklig am Ende der Schwungradwelle befestigt und rotirt mit dieser. Letztere ist hohl und durch eine Scheidewand in einen Dampfzuführungs- und Dampfabführungs-

*) Incl. Kessel.

canal getheilt. Dampfrohr und Austrittsrohr sind mit einem feststehenden Lagerblock verbunden, in welchem sich die hohle Welle um einen Conus mit Ein- und Austrittsöffnungen dreht, so daß ohne weitere Schieber ein abwechselnder Zu- und Austritt des Dampfes nach dem Cylinder herbeigeführt wird. Am Cylinderende der Welle befindet sich bei 5 Zoll Abstand über der gemeinsamen Achse des Cylinders und der Welle ein fester Zapfen, um welchen sich ein Gleitblock dreht, der in der Coulisse eines gußeisernen, den Cylinder umfassenden und mit den Enden der zu beiden Seiten des Dampfcylinders hervortretenden Kolbenstangen verbundenen Rahmens gleitet. Wenn also Dampf auf den Kolben drückt, so sucht er den Rahmen zu verschieben, und dadurch entsteht ein Seitendruck, welcher den ganzen Cylinder nebst Rahmen sich zu drehen nöthigt. Gleichzeitig muß aber ein Gleiten zwischen dem Cylinder und dem Rahmen stattfinden und diese beiden Bewegungen, die eine in der Richtung der Cylinderachse, die andere rechtwinklig dazu, müssen natürlich bedeutende Reibungswiderstände zur Folge haben.“ In der That fielen auch die Versuche sehr ungünstig aus, die Maschine leistete nur 1/3 soviel, als sie leisten sollte, und der Kohlenverbrauch war sehr groß, obgleich wegen des Abbrechens der Versuche, eine genaue Bestimmung nicht erlangt wurde. Unsere Quelle ist nur deshalb so ausführlich über diesen mißlungenen Versuch, um „vielleicht andern Erfindern, welche dieselbe Idee haben könnten, damit einen Dienst zu leisten.“

Rotirende Dampfmaschinen sind in der letzten Zeit mehrfach construirt worden. Massey's rotirende Maschine, welche von der Massey Rotatory Engine Company in Newyork in verschiedenen Größen gebaut wird, soll nicht nur ohne unnöthige Reibung ganz dampfdicht halten, sondern auch mit variabler Expansion arbeiten. Wie weit diese Angaben richtig sind und ob die Maschine im Bezug auf Brennmaterialverbrauch sich mit den besseren Kolbenmaschinen messen kann, das kann freilich in Ermangelung vergleichender Versuche nicht bestimmt werden*)

Eine andere von Jak. Stocker, Ingenieur der Krauß'schen

---

*) Beschreibung nebst Abbildung giebt das Polytechn. Centralbl. 1872, S. 775, nach dem Scientif. American, Mai 1872, S. 294.

Lokomotivfabrik in München construirte rotirende Maschine ist einer von R. W. Thomson (Springfield Works, Edinburg) im Jahre 1867 in Paris ausgestellten sehr ähnlich. Wesentlich neu ist hauptsächlich ein Kurbelmechanismus für die relative Bewegung zweier concentrischer Achsen. Wie andere rotirende Maschinen kann auch diese sowohl als Motor, wie als Pumpe dienen.*)

Eine Schwefelkohlenstoff-Dampfmaschine hat ein Bostoner Correspondent des „American Artizan“ beschrieben. Er benutzt die Hitze des von einer 20pferdigen Dampfmaschine abziehenden Dampfes zur Verdampfung von Schwefelkohlenstoff. Letztere Flüssigkeit befindet sich in einem aufrecht stehenden Röhrenkessel von 61 Millim. Durchmesser und 3,048 Meter Länge mit 60 Röhren; der Dampf tritt oben ein in die Röhren, wird darin vollständig condensirt und tritt unten als Wasser von mindestens 49° C. aus. Die dadurch frei werdende Wärme wird von dem Schwefelkohlenstoff, der den Kessel bis zur Hälfte füllt, absorbirt und derselbe dadurch in Dampf verwandelt, der dann eine zweite Maschine treibt, welche nach Angabe jenes Correspondenten gerade soviel Arbeit leistet, wie die erste. Der von der zweiten Maschine abziehende Schwefelkohlenstoff-Dampf wird in ein eisernes Schlangenrohr geleitet, das im Wasser liegt, dort condensirt und wieder in den Kessel zurück gepumpt. Es sollen täglich nur 2,17 Liter Schwefelkohlenstoff verloren gehen und 174 Liter zum erfolgreichen Betriebe genügen. — Etwas feuergefährlich dürfte die Sache immer sein, auch wenn wider Erwarten obige Angaben in der Hauptsache richtig sein sollten.

Howard's Heißluftmaschine, erfunden von dem Amerikaner E. E. Leawitt, soll einen verhältnißmäßig hohen Arbeitsdruck ohne allzu große Erhitzung erzielen, einestheils dadurch daß die Luft bei constantem Volumen erhitzt wird, anderntheils durch automatische Unterhaltung der Feuerung. Kleine Maschinen von 0,15 Meter Cylinderdurchmesser, gleicher Hubhöhe und 150 Umdrehungen in der Minute sollen bei einem stündlichen Kohlenverbrauch von 0,567 Kilogr. eine

*) Näheres enthält das Bayerische Industrie- u. Gewerbebl., Juni 1872, S. 167, sowie das Polytechn. Centralbl. 1872, S. 910.

Arbeit von 0,27 Pferdestärken leisten; der Kohlenconsum würde sich also pro Stunde und Pferdekraft auf 2,5 Kilogr. berechnen.*)

Shaw's Pulverramme.**) Diese Maschine wurde zum Einrammen von Pfählen beim Bau des neuen Werfts zu League Island verwendet. Sie war auf einen großen Floß in gewöhnlicher Weise befestigt. Den Hauptbestandtheil bildet ein 1800 Pfund schwerer Mörser von 6 1/4 Zoll Bohrung und 24 Zoll Länge, welcher aufwärts gerichtet und unten zur Aufnahme des Pfahlkopfes eingerichtet ist. In denselben Nuthen wie der Mörser bewegt sich der Rammbär von 1300 Pfund Gewicht; derselbe besitzt am untern Ende einen genau in den Mörser passenden Kolben, wärend eine auf der Oberseite angebrachte Bohrung einen am obersten Ende der Maschine angebrachten Kolben aufnimmt, wenn der Bär aufwärts getrieben wird, und so einen Luftpuffer bildet. Ein Frictionsbrems fängt den Bär am höchsten Punkte des Hubes auf und hält ihn dort solange fest, als der Brems angezogen ist. Die Patronen sind cylinderförmig, 1 1/4 Zoll stark und 1 bis 1 1/2 Zoll lang, mit Paraffin überzogen, 1—1 1/2 Unze (1 Unze = 28,35 Gramm) schwer und mit einem langsam abbrennenden Pulver gefüllt.

Die Arbeit mit der Maschine ist folgende. Rammbär, Mörser und Pfahl werden gleichzeitig in die Höhe gehoben, der Brems angezogen und der Bär festgehalten, der Pfahl mit dem Mörser aber wird herabgelassen, bis ersterer in den Schlamm dringt; endlich der Mörser so auf dem Pfahlkopfe befestigt, daß er diesen direct festhält. Man wirft nun mit der Hand eine Patrone in den Mörser, und zwar beim ersten Schlage gewöhnlich eine von blos 1 Unze Gewicht, läßt dann den Bär los, dessen in den Mörser eindringender Kolben die Luft comprimirt und durch die entwickelte Wärme eine Entzündung der Patrone bewirkt. Es erfolgt eine Explosion, die einestheils den Pfahl in den Boden treibt, anderntheils den Bär in die Höhe schleudert, wo ihn der Brems festhält, worauf alles zu einem neuen Schlage bereit ist.

*) Engineering, 24 Jan, 1872.

**) Journ. of the Franklin Inst., vol. XCIII, No. 557. Civilingenieur 1872, S. 288.

Als Vortheil dieser Methode wird angegeben, daß „bei dem gewöhnlichen Rammbär der Schlag erfolgt, so lange der Pfahl noch in Ruhe ist, ein beträchtlicher Theil der entwickelten Arbeit also unter Zerstörung des Pfahlkopfes verloren geht, während die Trägheit überwunden und Bewegung erzeugt wird", während bei der Shaw'schen Ramme „der Pfahl bereits sich zu bewegen begonnen hat, wenn plötzlich die Gewalt der eigentlich treibenden Kraft auf denselben wirksam wird." Daher braucht man auch hier nicht die Pfahlköpfe mit eisernen Ringen zu binden, was bei den gewöhnlichen Rammen durchaus nöthig ist. Außerdem sind die Pfähle der Gefahr des Schiefwerdens nicht ausgesetzt, sie werden tiefer eingetrieben und die Arbeit geht rascher von statten. Die mittlere Tiefe des Einschlagens betrug 19,4 Fuß engl., wozu durchschnittlich 5,2 Schläge und 8,2 Unzen Pulver erforderlich waren; die höchste Leistung waren 12 Pfähle pro Stunde.

Wasserhebemaschinen.

Boulton und Imray's Schraubenpumpe. Diese Pumpe, welche von Brotherhood & Hardingham, Cromptonstreet, Clerkenwell, gebaut wird, besteht aus einem rotirenden Rade, das an seinem Umfang mit Schaufeln versehen ist und sich in einem Gehäuse mit tangentialen Mundstücken zum Ansaugen und Ausdrücken des Wassers (ersteres tiefer liegend) bewegt. Das Gehäuse hat ober- und unterhalb des Rades zwei Canäle mit schraubenförmigem Boden und ebensolcher Decke, denen das Wasser bei seinem Laufe durch die Maschine folgen muß, wobei es, indem es rund um das Gehäuse geht, vom Niveau des Saugrohres bis zu dem des Steigrohres gehoben wird.

Die Schraubenpumpe ist in ihrer Wirkung wesentlich von der Centrifugalpumpe unterschieden. Während bei letzterer der Radumfang wenigstens die Geschwindigkeit haben muß, welche ein von der Hubhöhe herabfallender Körper erlangt, wobei noch die Verluste durch Reibung 2c. in Anschlag zu bringen sind, arbeitet die Schraubenpumpe, wenigstens zum Theil, direkt treibend, und die Erfahrung hat ergeben, daß sie für eine gegebene Druckhöhe nur etwa die Hälfte der bei einer Centrifugalpumpe erforderlichen Geschwindigkeit nöthig hat.

Es scheint sich die diese Pumpe hauptsächlich zur Cirkulation des Condensationswassers bei Oberflächen-Condensatoren zu eignen, wo der große freie Durchgangsraum für das Wasser, den sie bietet, besonders vortheilhaft ist. *)

Das Overmars'sche Pumprad.**) Dasselbe soll die den gewöhnlichen Schöpfrädern anhaftenden Uebelstände vermeiden. Diese bestehen hauptsächlich darin, daß die Schaufeln sowohl beim Eintauchen ins Binnenwasser, als auch beim Austritt aus dem Kropf oder Aufleiter gegen das Wasser schlagen, was nicht nur Widerstand, sondern bei raschem Gange sogar eine Senkung des Binnenwassers und eine Hebung des Außenwasserspiegels, also eine Vergrößerung der Hubhöhe zur Folge hat. Außerdem werden die Schöpfräder auch, weil die Welle stets über dem höchsten Außenwasserspiegel liegen muß, bei einigermaßen bedeutenden Hubhöhen kolossal, und andererseits ist der Wasserverlust wegen des unvermeidlichen Zwischenraumes zwischen dem Rade und den Seitenmauern und Aufleiter so beträchtlich, daß die Wirkung des Rades bei weniger als 1/2 Meter Umfangsgeschwindigkeit ganz erlischt.

Das vom Ingenieur H. Overmars in Rotterdam erfundene Rad besteht nun aus einer auf einer Welle sitzenden hohlen Trommel mit wenig krummen Schaufeln und bewegt sich zwischen zwei schmalen, dicht anschließenden Seitenmauern und in einem unter dem Rade befindlichen Kropfe. Die Welle braucht bei diesem Rade nicht über dem Außenwasserspiegel zu liegen, weil die hohle Trommel großentheils den Abschluß zwischen dem Innen- und Außenwasser bewirkt; auch das Schlagen der Schaufeln gegen das Wasser fällt bei der tangentialen Krümmung derselben weg, und das gehobene Wasser kann leicht entweichen, weil das Rad nur so weit

*) Engineering, Dec. 1871 S. 30 u. Sept. 1872 S. 197; Polytechn. Centralbl. 1872, S. 229 u. 1330.

**) Eine ausführliche Darstellung mit Abbild. giebt Wiebe in Erbkam's Ztschr. f. Bauwesen, Jahrg. XXII. (1872), S. 251 u. f., abgedr. im Polytechn. Centralbl. 1872, S. 837. Vergl. auch die Schrift Het Waterwerktuig, genaant „Pomprad" door H. Overmars Jr., Civiel-Ingenieur te Rotterdam. Te's Gravenhage, bij Gebr. J. & H. van Langenhuysen. 1871.

zwischen den Seitenmauern eingeschlossen ist, als der Kropf reicht, nämlich auf die Länge zwischen zwei Schaufeln; endlich ist in Folge einer Holzliderung an der Trommel und den Kanten der Schaufeln auch der Wasserverlust geringer. Der Nutzeffect soll 90 Procent betragen.

Das erste derartige Pumprad wurde 1868 in dem Polder Laag Hemaal bei Herzogenbusch ausgeführt; seitdem ist eine größere Anzahl angelegt worden, auch haben die Haupteingesessenen von Rijnland die Schöpfräder ihrer großen, bisher mustergültigen Anlage zu Gouda an der Yssel in Pumpräder umbauen lassen. Selbst in Oesterreich hat die neue Wasserhebemaschine bereits Eingang gefunden.

Gesteinsbohrmaschinen.

Gesteinsbohrmaschine von Burleigh. Diese Maschine wird vielleicht beim Bau des St. Gotthardt-Tunnels eine ganz ähnliche wichtige Rolle spielen, wie bei der Durchbohrung des Mont Fréjus die Sommeiller'sche Bohrmaschine, welche im VII. Jahrg. dieses Jahrb., S. 205 u. f., beschrieben worden ist. Wie die letztere wirkt auch die Burleigh'sche Maschine durch wiederholte Stöße des Meisels; ihr Mechanismus ist aber weit einfacher, sie ist deshalb auch nicht so schwer und voluminös wie jene. Im Bezug auf Leistungsfähigkeit soll sie der Sommeiller'schen bedeutend überlegen sein.

Sie hat einen einzigen Cylinder, in welchem ein Kolben durch comprimirte Luft oder auch durch Dampf bewegt wird; es ist weder ein secundärer Motor, noch ein Schwungrad, ein Räderwerk oder eine rotirende Welle vorhanden. Höchst einfach ist der Mechanismus zur Drehung des Bohrers: an der Verlängerung des Treibkolbens sind zwei Rinnen angebracht, eine geradlinig, die andere schraubenförmig mit sehr steiler Windung. In jeder dieser Rinnen gleitet ein Zapfen, der an einem in der Verlängerung des Kolbens concentrisch geordneten Ringe befestigt ist. Durch eine Sperradverzahnung wird der Ring zu einer Drehung genöthigt. So wird eine regelmäßige Rotation des Bohrkopfes bewirkt, an welchem der Bohrer mit Klemmschraube befestigt ist. Der Vertheilungsschieber wird durch zwei Vorsprünge bewegt, welche sich gegen die beiden Enden einer oscillirenden Gabel

legen, die durch eine äußere Stange mit dem Schieber verbunden ist.

Die Maschine ist schon vielfach im Gebrauche und hat sich namentlich in Amerika beim Bau des Hoosac-Tunnels*) seit fünf Jahren bewährt; besonders soll sie sich für sehr feste Gesteine, wie Granit, Gneis oder Quarzit gut eignen.

Bei Versuchen im Musée royal industriel in Turin lieferte eine 80 Kilogr. schwere Maschine in Zeit von 7 Minuten Löcher von 4 Centim. Durchmesser und 0,4 Meter Tiefe. Gleich günstig waren auch die Erfolge, welche Colladon und Favre, der Unternehmer des Gotthardtunnels, im Frühjahr 1872 in Genf erlangten: in einem harten Granitblock aus dem Arvethale rückte der Bohrer bei 4 Atmosphären Druck und 38 Millim. Lochdurchmesser bis zu 4,5 bis 5 Centim. Tiefe in der Minute vor. Andere Versuche, z. Th. mit durch Dampf getriebenen Maschinen angestellt, haben ähnliche Resultate geliefert, und der Director der Maschinenfabrik von Escher, Wyß & Comp. in Loosdorf giebt einer nach Burleighs Princip von Brown construirten Bohrmaschine das Zeugniß, daß sie sich durch Einfachheit vor allen andern Gesteinsbohrmaschinen auszeichnet, gegen Verunreinigungen der arbeitenden Theile bestens geschützt sei, sich sehr leicht in ihre einzelnen Theile zerlegen lasse und durch Solidität und Gewicht der Kolbenstange, des Kolbens und Bohrers möglichst gegen Zerstörung geschützt sei.**)

Ueber eine Gesteinsbohrmaschine von Makean hat J. Zeman Bericht erstattet.***) Bei 500 bis 1000 Schlägen von 60 bis 75 Millim. in der Minute trieb dieselbe ein 56 Millim. weites Loch bis auf 150 bis 225 Millim. Tiefe in Granit von Aberdeen, Schottland.

Die schon im VII. Jahrg. dieses Jahrb. (S. 250) erwähnte Osterkamp'sche Maschine hat sich neuerdings bei Arbeiten in festem Gestein sehr gut bewährt.†)

---

*) Dieser Tunnel geht zwischen Troy und Boston durch das Hoosacgebirge, seine Gesammtlänge wird 7630 Meter betragen, die Weite ist 7,32 und die Höhe 6,1 Meter, von jedem Ende steigt er gegen die Mitte im Verhältniß 1:200. Er wird von mehreren Schächten aus in Angriff genommen, das Gestein ist Glimmerschiefer.

**) Ztschr. des Oesterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1872, Heft 1, S. 15.

***) Dinglers Polytechn. Journal, Bd. 206, S. 172.

†) Polytechn. Centralbl. 1873, S. 548.

Mechanismen zum Fortbewegen von Personen und Lasten.

Eisenbahn mit Mittelschiene, System Fell. Dieses bei der Ueberschienung des Mont Cenis benutzte System (Jahrg. II dieses Jahrb., S. 174; III, S. 348) wird jetzt zur Verbindung des hochgelegenen Cantagallo-Kaffeebezirkes mit Rio de Janeiro verwendet. Die Spurweite der Bahn beträgt 1,1 Meter, die Steigungen gehen bis zu 1/20 bis 1/12, die Curven bis zu 40 Meter Radius. Doch wird die Mittelschiene, welche mittels schmiedeeiserner Stühle auf einer Langschwelle befestigt ist und 228 Millim. über die Laufschienen ragt, nur an den steilsten Stellen angewandt. Die Triebräder und die Frictionsräder, welche gegen die Mittelschiene drücken, werden durch besondere Maschinen in Bewegung gesetzt.*)

Einschienige Eisenbahnen nach dem Systeme Larmanjat (vergl. Jahrg. V, S. 195 u. VIII, S. 245 dieses Jahrb.). Während vor etwa 4 Jahren dieses System nur auf der 7 Kilometer langen Strecke Raincy-Montfermeil angewandt wurde, sind gegenwärtig in Portugal drei Linien von zusammen 126 Kilometer Länge im Betriebe und eine 240 Kilom. lange Strecke zum Remorquiren der Schiffe ist am Canal von Bourgogne im Bau begriffen. Arthur Rudolf, dessen Mittheilungen in der Zeitschrift des Oesterr. Ingen.- und Arch.- Vereins**) diese Angaben entlehnt sind, findet die Hauptvorzüge dieses einschienigen Systemes darin, „daß es den Transport mittelst Dampfkraft in vielen Fällen vortheilhafter oder überhaupt vortheilhaft erscheinen läßt, wo derselbe wegen zu geringen Verkehrs oder zu großen nöthigen Kapitalaufwandes wenig oder gar nicht rentabel wäre. In diesem Sinne soll das System eine Art Schalteglied in der Reihe der Verkehrsmittel zwischen den schmalspurigen Eisenbahnen und dem Tramway, oder gewöhnlichen Straßentransport bilden und als vortheilhafter Ersatz bald für das eine, bald für das andere bei eventuellen Transportanlagen zur Anwendung empfohlen werden.“

*) Ztschr. des Oesterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1872, Heft 12, S. 340, nach Engineering, 28. Juni 1872.

**) Ztschr. des Oesterr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1873, Heft 6 u. 7, S. 120 u. f.

Die Wasserlokomotive. Das Schlußheft von Armengaud's „Génie industriel"*) enthält die kurze Beschreibung eines neuen Systemes der Fortbewegung von Fahrzeugen auf dem Wasser. Eine zur Aufnahme von Passagieren oder Gütern geeignete Plattform ruht auf cylinderförmigen Schwimmern, welche dieselbe oberhalb des Wassers erhalten. Durch einen auf der Plattform stehenden Motor wird den Schwimmern, die mit Schaufeln versehen sind, eine rotirende Bewegung ertheilt, wodurch das ganze Schiff vorwärts getrieben wird.

Als Vorzüge des Systemes werden angeführt: größere Geschwindigkeit, da kein Wasser zu verdrängen ist; geringer Tiefgang, Ermäßigung der Anlage- und Betriebskosten; die Möglichkeit, mit gleicher Bequemlichkeit vor-, wie rückwärts zu fahren.

Armengaud's Zeitschrift nennt als Erfinder den Ingenieur Fragneau in Bordeaux, indessen hat der niederländische Civilingenieur und Lehrer an der Polytechnischen Schule zu Delft, Adriaan Huët in einem besondern Schriftchen**) die Erfindung als sein Eigenthum in Anspruch genommen und den Nachweis geführt, daß er schon im Jahre 1869 an Ch. Armengaud jun. genaue Beschreibung und bildliche Darstellung dieses Systemes geschickt hat, das von ihm im Jahre 1868 entworfen und in Holland, Frankreich und England patentirt worden ist. In diesem Schriftchen findet sich außer einer ausführlicheren Beschreibung auch eine Abbildung des mit dem Motor versehenen Fahrzeuges, der „Wasserlokomotive", an welche andere Fahrzeuge ähnlicher Construction, aber ohne Motor, angehängt sind. Auch enthält dieses Schriftchen die interessante Mittheilung, daß der „Nederlandsche Strompost" vom 2. Juni 1872 zufolge der Ingenieur F. W. Mondriaan auf Java einen Plan zu einem Dampfer neuen Systemes, von ihm „hoepelstoomer" (Tonnendampfer) genannt, entworfen hat, der, mit dem Huët'schen Principe übereinstimmend, die gleitende Reibung bei der Fortbewegung des Schiffes durch die rollende ersetzen will.

Wie weit das ganze Princip anwendbar ist, läßt sich bei der Unsicherheit der theoretischen Grundlagen kaum von vorn herein

---

*) Tome XL, décembre 1870—71, S. 317 u. 318.

**) De Water Locomotief. Te's Gravenhage bij Gebr. J. & H. van Langenhuysen, 1872.

entscheiden und es wird dazu einer Prüfung durch die Erfahrung bedürfen.

Der Amsterdamer Nordseekanal.*)

Die natürliche Wasserstraße zwischen der reichen Handelsstadt Amsterdam und der Nordsee bildet die Zuider-See. Indessen liegt Amsterdam nicht an dieser selbst, sondern an dem unter dem Namen des Y bekannten westlichen Ausläufer derselben, der die Provinz Nordholland durchsetzt, so daß zwischen seinem westlichsten Theile, dem Wykermeere, und der Meeresküste bei den Orten Velsen und Beverwyk nur ein etwa 6 Kilometer breite Landstrecke übrig bleibt. Indessen ist die Schifffahrt durch die Zuidersee sehr mühsam, namentlich für Segelschiffe, welche die verschiedensten Windrichtungen brauchen, um aus der Nordsee in das Y zu gelangen oder den umgekehrten Weg zurückzulegen, auch gefährlich wegen der Veränderlichkeit der in diesem Gewässer lagernden Sandbänke, und endlich legt noch die geringe Wassertiefe, welche sich auf der vor dem Y befindlichen Barre, dem Pampus, vorfindet, dem Einlaufen großer beladener Schiffe in das Y ein Hinderniß in den Weg.

In früherer Zeit bediente man sich der sogenannten „Kameele,“ um größere Schiffe über diese Barre hinwegzuführen. Das waren große halbmondförmige Schiffskasten, welche, mit Wasser gefüllt, neben die Schiffe gelegt und durch Ketten so mit denselben verbunden wurden, daß sich beim Auspumpen des Wassers der Schiffskörper zugleich mit den Kameelen hinlänglich hob, um die Untiefe passiren zu können. Diese Uebelstände veranlaßten in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Anlage des Hafens von Nieuwediep, auf der Nordspitze von Nordholland am Marsdiep gelegen. Ursprünglich nur zum Kriegshafen bestimmt, wurde er bald auch Handelshafen von Amsterdam und in den Jahren 1819—1825 durch den großen Nordholländischen Kanal mit dieser Stadt verbunden.

Dieser berühmte Schifffahrts-Canal ist auch jetzt rücksichtlich der Dimensionen seiner Bauwerke und der Schwierigkeit seiner Ausführung kaum erreicht, wenn er auch in neuester Zeit

*) A. Wiebe, der Nordsee-Canal bei Amsterdam u. die dazu gehörigen Anlagen. Erbkams Zeitschr. f. Bauwesen. Jahrg. 1872, Heft VIII—X, S. 383 u. f.

bezüglich seiner Profilabmessungen von andern Canälen übertroffen worden ist. Derselbe geht vom Hafen Nieuwediep aus nach Süden, berührt die Städte Alkmaar und Purmerend und mündet, Amsterdam gegenüber, bei Buiksloot durch die Wilhelmsschleuse in das Y. Die Gesammtlänge des Canals, der mehrfach bereits vorhandene Wasserläufe verfolgt, beträgt 83 Kilometer. Die Wasserhöhe mußte mit Rücksicht auf die künstliche Entwässerung der benachbarten Ländereien durch vier Schleusenanlagen derart regulirt werden, daß die beiden südlichen Schleusenhaltungen tiefer liegen als der Ebbewasserstand im Y. Die Wassertiefe, ursprünglich auf 7 Meter berechnet, beträgt 5,7 Meter, die Sohlenbreite 10 Meter, die Breite am Wasserspiegel 40 Meter; die Schleusen sind in den Thoren 15,5 Meter weit und haben zwischen den oberen und unteren Thoren eine Länge von 62,5 Metern.

Bei diesen Dimensionen ist der Canal, wenn auch nicht für alle, doch selbst für sehr große Schiffe zugänglich. Indessen kann, auch wenn bei Segelschiffen Dampfer zum Schleppen verwendet werden, ein Schiff in nicht kürzerer Zeit durch denselben geschafft werden, als in 18 Stunden. Da aber die Hauptrichtung des Canales senkrecht zur herrschenden Windrichtung liegt und starke Seitenwinde die Fahrt wesentlich erschweren, so dauert letztere oft zwei Tage und noch länger. Ja bei eintretendem Weststurm muß man oft das Schleppen durch Dampfer ganz aufgeben und statt dessen Pferde anwenden, die alsdann bis zu dreißig Stück auf beiden Seiten des Canales, der Richtung und Stärke des Windes entsprechend, vertheilt werden. Endlich ist der Canal auch noch dem Zufrieren sehr ausgesetzt.

Man sieht hieraus, daß, abgesehen vom Zeitverlust, die Beförderung der Schiffe durch den Canal sehr unsicher und kostspielig ist. Deshalb benutzen auch die weniger tief gehenden Dampfer, welche die regelmäßige Verbindung zwischen Amsterdam und andern Plätzen unterhalten, nicht den Canal, sondern gehen durch den Zuidersee, und selbst größere Segelschiffe benutzen gern den letzteren Weg, und lichten am Pampus oder empfangen dort einen Theil ihrer Ladung von Lichterschiffen.

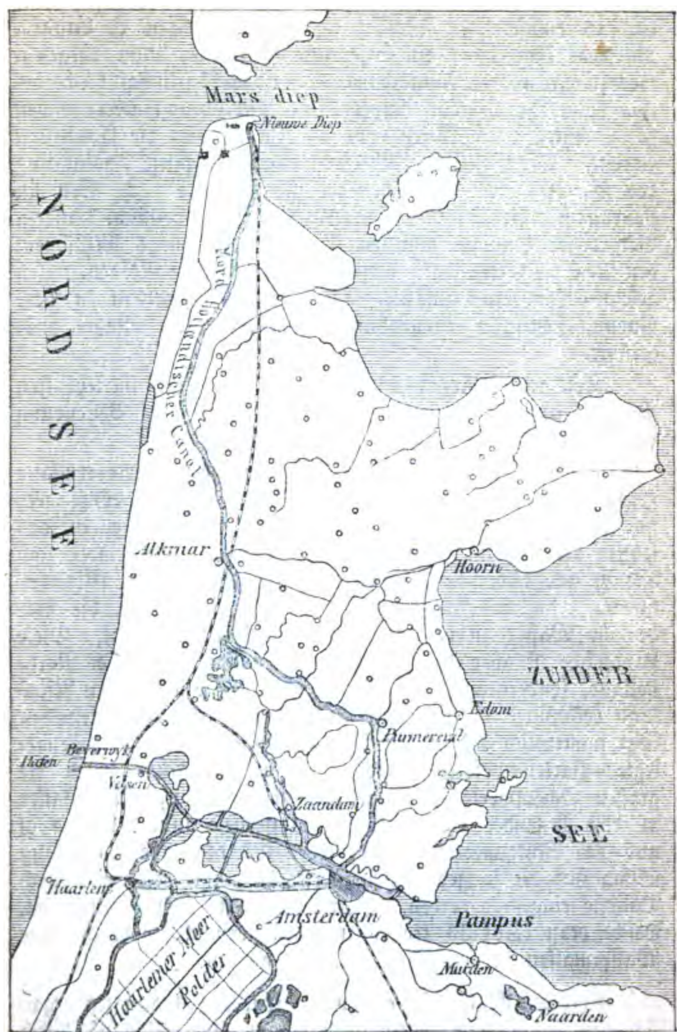
Bei den in neuerer Zeit so sehr gesteigerten Ansprüchen

des großen Handelsverkehrs an prompte und billige Beförderung von Personen und Waaren und angesichts der mehr und mehr Gefahr bringenden Concurrenz des benachbarten Rotterdam und selbst Antwerpens, welche beide Handelsstädte auch den größten Schiffen direct zugänglich sind, erschien daher eine gründliche Abhülfe der erwähnten Uebelstände dringend geboten.

Schon vor der Anlegung des Nordholländischen Canales hatte sich der König Wilhelm I mit dem Plane einer directen Verbindung Amsterdams mit der Nordsee beschäftigt. Den ersten Anlaß zur wirklichen Ausführung des Unternehmens gab aber der Amsterdamer Gemeinderath durch Ernennung einer Commission, welche im Jahre 1852 ihre Vorschläge machte, indessen eine 15jährige Bauzeit verlangte. Um dieselbe Zeit regten auch die mit der Ausführung der Dünenwasserleitung für Amsterdam betrauten englischen Ingenieure B. W. Croker und Charles Burn das Project einer Canalanlage und die Bildung einer Gesellschaft zu demselben Zwecke an. Indessen blieb die Sache, trotzdem daß die Idee allseitig Anklang fand und auch die Staatsregierung sich dem Ganzen geneigt zeigte, doch bis 1859 in Berathung, weil erst noch die betheiligten Gemeinden und Entwässerungs-Genossenschaften gehört werden mußten. Am 1. Aug. 1859 aber sprach sich der für diesen Zweck eigens niedergesetzte technische Rath (Raad van den Waterstaat) im Wesentlichen für Beibehaltung des früheren Planes einer Durchstechung Nordhollands an seiner schmalsten Stelle aus und bemaß die Bauzeit auf acht Jahre. Es wurde übrigens damals die Ausführung auf Staatskosten ins Auge gefaßt.

Indessen kam der Plan noch nicht gleich zur Ausführung. Nicht unwesentlich waren bei dieser Verzögerung wirksam die Bedenken, welche man gegen eine mit dem Canalprojecte in unmittelbarer Verbindung stehende Arbeit noch vielfach hegte. Es war nämlich schon im Jahre 1824 bei Gelegenheit eines andern Canal-Projectes die Abschließung des Y im Osten von Amsterdam gegen die Zuidersee in Anregung gebracht worden, hatte aber soviel Widerspruch gefunden, daß man die Sache fallen ließ. Diese Abschließung des Y gegen Osten hin und in Folge dessen die Austrocknung dieses Meeresarmes bildete aber einen wesentlichen Theil des neuen Canalprojectes.

Fig. 27.


Mars diep
Nieuwe Diep
NORDSEE
Nord Holländischer Canal
Alkmar
Hoorn
ZUIDER
SEE
Edam
Purmerend
Beverwyk
Hafen
Velsen
Zaandam
Haarlem
Amsterdam
Pampus
Muiden
Naarden
Haarlemer Meer Polder

Kein Wunder, daß die alten Bedenken sich wieder regten und daß es einiger Zeit bedurfte sie zum Schweigen zu bringen. Nachdem aber 1861 ein wesentlich verbesserter Plan vorgelegt worden war und die Amsterdamer Canalbau-Gesellschaft (Amsterdam'sche Canal-Maatschappy) die Ausführung übernommen hatte, wurde durch Gesetz vom 24. Jan. 1863 die Concession ertheilt. Die Gesellschaft übertrug dann die ganze Ausführung des Canales dem englischen Hause Henry Lee & Son in London für die Summa von 27 Millionen holländ. Gulden. Von dieser Summe zahlt die Stadt Amsterdam 6 Millionen, den Rest die Gesellschaft, wofür ihr der Gewinn aus den trocken gelegten Ländereien zufällt. Die mit dem Canalbau in Verbindung stehenden Eisenbahnbauten werden vom Staate ausgeführt.

Seit dem März 1865 ist der gesammte Bau im lebhaften Betriebe und im laufenden Jahre 1873 ist seine Vollendung zu erwarten.

Der Canal durchbricht den Dünenzug, welcher Nordholland gegen die Nordsee schützt, an der Stelle, wo das Wykermeer sich am weitesten nach Westen erstreckt, und mündet in das letztere bei Velsen; er geht dann durch das Wykermeer und das Y und bildet bei Amsterdam ein großes Becken (Binnenboezen), welches die Abwässerung aller Landstriche, die bisher ihr Wasser in das Y lieferten, aufzunehmen hat. Diese Landfläche ist aber eine sehr große, sie umfaßt nicht blos Nordholland, sondern auch einen Theil des unter dem Namen Rijnland bekannten Bezirkes von Südholland. Innerhalb desselben liegt namentlich der in den Jahren 1848 bis 1852 trockengelegte Harlemer-Meer-Polder, dessen Ringkanal durch die großen Schöpfwerke bei Sparndam und Halfweg sein Wasser in das Y sendet. Die geringe Wassertiefe innerhalb des Y und des Wykermeeres machte aber eine künstliche Austiefung nöthig und die so gebildete Wasserstraße mußte beiderseits durch Dämme eingefaßt werden, wodurch beiderseits Polder entstanden, welche man ebenfalls trocken zu legen versucht, wodurch neue Wassermassen in den Canal geliefert werden.

Aus den Wasserständen an den Enden des Canales ergab sich aber die Nothwendigkeit dem Canal einen Abschluß durch

ein Schleusensystem gegen die Nordsee zu geben. Es ist nämlich an der Stelle, wo der Canal ins Meer mündet

die gewöhnliche Fluthhöhe .	$+0^m90$	überm Nullpunkte des Amsterdamer Pegels
„ „ Höhe der Ebbe	$-0\ 50$	
die höchste bekannte Sturmfluth erreichte die Höhe von . .	$+3\ 40$	

Dagegen ist im Y bei Amsterdam

die gewöhnliche Höhe der Fluth	$+0^m12$	übern Nullpunkte des Amsterdamer Pegels
„ „ „ „ Ebbe	$-0\ 24$	
die höchste Sturmfluth . . .	$+2\ 50$	

Zu diesen Differenzen kommt außerdem noch der Umstand, daß die Canalmündung an der Nordsee und das Y verschiedene Hafenzeit haben.

Aber auch ein Abschluß gegen die Zuidersee erschien geboten. Denn hätte man hier eine offene Verbindung gelassen, so würden die Wässer des Canales nicht nur an dem Fluthwechsel theilgenommen haben, was nachtheilige Strömungen und Verflachungen zur Folge gehabt haben würde, sondern der Canal wäre auch den Sturmfluthen der Zuidersee zugänglich gewesen, was nicht nur für die Schiffe, sondern auch für die Polder-Deiche gefährlich gewesen wäre. Somit ergab sich die Nothwendigkeit eines Abschlusses östlich von Amsterdam und eines darin befindlichen zweiten Schleusensystemes.

Mit diesem Schleusensystem im Abschlußdamm wurde auch ein Schöpfwerk verbunden, um eine nachtheilige Erhöhung des Wasserspiegels in dem Becken bei Amsterdam in Folge der wechselnden, unter Umständen sehr bedeutenden Wassermassen, die sich in dasselbe ergießen, zu vermeiden und den Normalwasserstand, 0^m54 unterm Nullpunkte des Amsterdamer Pegels, festzuhalten. Diesen Abschluß des Canales bildet nun ein von Schellingswoude aus, etwa in der Mitte zwischen Amsterdam und der Zuidersee, quer durch das Y geschütteter Deich von 1360 Meter Länge, in dessen nördlichem Theile sich die zu einer Gruppe vereinigten Schiffs-, Abwässerungs- und Schöpfwerksschleusen befinden. Durch diesen Deich, der bezüglich der zu durchbauenden Wassertiefe alle andern holländischen Deiche übertrifft, in der Länge nur von dem Eisenbahndamm durch die Osterschelde übertroffen wird,

wird die beckenförmige Erweiterung des Canales vor der ganzen Längenausdehnung von Amsterdam in ein großes Dock verwandelt. Dadurch verlieren die bisherigen im Osten und Westen der Stadt gelegenen Docks ihre Bedeutung als Flottenhäfen, und man wird sie, wenn einmal die Consolidation des Abschlußdeiches eingetreten sein wird, in unmittelbare Verbindung mit dem Bassin bringen, was weiter zur Anlage großer Liege-, Lösch- und Ladeplätze für den Schiffsverkehr, sowie eines großen Centralbahnhofes führen wird, für welchen das nöthige Terrain dem Y abgewonnen wird.

Von dem Becken, dem Tief von Amsterdam, geht der Canal nach Nordwesten, wo er südlich von Zaandam eine vortretende Spitze der Nordküste berührt; von da an geht er durch den nördlichen Theil des Y nach der kleinen Halbinsel Buitenhuizen, die er durchschneidet, worauf er durch das Wykermeer nach Velsen geht. Hier tritt er in das Festland, das er ziemlich in gerader Linie in westlicher Richtung durchschneidet, bis er in einem flachen mit der concaven Seite nach Süden zugekehrten Bogen von 2400 Meter Sehnenlänge und 100 Meter Pfeilhöhe in den Hafen tritt. Am östlichen Theile diesens Bogens liegen die Nordseeschleusen, welche auf diese Weise gegen den direkten Angriff des Wellenschlags von der See her geschützt sind.

Die ganze Länge des Hauptcanales vom Austritt aus dem Amsterdamer Tief bis zum Nordseehafen beträgt 23,7 Kilometer, von denen 5,9 zwischen der Nordsee und Velsen und 0,8 bei Buitenhuizen in festes Land, 4,37 in das Wykermeer und 12,55 in das Y treffen. Die gekrümmten Strecken haben nirgends weniger als 2 Kilom. Halbmesser und die geraden Strecken 2 bis 8,5 Kilom. Länge; damit ist nicht nur das Bedürfniß der Schifffahrt berücksichtigt, sondern auch die Anlage einer Eisenbahn auf einem der beiden Leinenpfade erleichtert.

Der Hauptcanal wird westlich von Amsterdam durch neun Seitencanäle von 20,1 Kilom. Gesammtlänge mit den Entwässerungsschleusen am alten Ufer des Wykermeeres und des Y verbunden. Von diesen sind die größten der in südlicher Richtung nach Halfweg führende von 4,95 Kilom. Länge und zwei nach Sparndam führende, welche zur Aufnahme

der Abwässerungen von Rijnland und des Haarlemer-Meer-Polders dienen.

Was die Profil-Abmessungen des Hauptcanales anlangt, so hat derselbe 27 Meter Sohlenbreite, 7 Meter Wassertiefe (die Sohle liegt 7,5 Meter, der Wasserspiegel 0,5 Meter unterm Nullpunkte des Amsterdamer Pegels), zweifache Böschungs-Anlage unter Wasser und 55 Meter Breite im Wasserspiegel ohne die Bankets. Der Canal übertrifft sonach den Suezcanal in den Breitenabmessungen, denn dieser hat 22 Meter Sohlenbreite und 54 Meter Breite im Wasserspiegel, und da es fraglich bleibt, ob die, ohnedies nicht überall erreichte, nominelle Tiefe von 8 Meter sich im Suezcanale wird erhalten lassen, so dürfte der holländische Nordseecanal auch in der Tiefe nicht wesentlich vom Suezcanale übertroffen werden. Versandungen ist er kaum ausgesetzt, da das Dünenterrain, welches er durchschneidet, überall mit Gras bedeckt ist und das Gleiche auch bei den Böschungen der Fall ist. An einigen Stellen erhält der Canal noch Verbreiterungen. Beim Eintritte in den Nordseehafen am Fuße der Dünen ist nämlich die Sohlenbreite 67 Meter und eben denselben Werth hat dieselbe in der Nähe der Nordseeschleusen auf einer Länge von 350 Meter; auch findet im Y, beiderseits der Eisenbahnbrücke von Zaandam, eine solche Erweiterung statt, und endlich nimmt nach dem Amsterdamer Tief hin die Sohlenbreite allmälig bis auf 50 Meter zu.

Die Seitencanäle haben je nach ihrer Bedeutung verschiedene Abmessungen, die wichtigsten 25 bis 30 Meter, die kleinsten nur 10 Meter Sohlenbreite, und die Tiefe schwankt zwischen 2,75 bis 5,5 Meter.

Sehr bedeutend waren die Erdarbeiten, welche bewältigt werden mußten; dieselben betrugen

beim Durchstich bei Velsen	4 710 000	Cubik-Meter
„ „ „ Buitenhuizen	257 000	„ „
„ Hauptcanal im Wykermeer	1 207 000	„ „
„ „ „ Y . . .	2 516 000	„ „
„ sämmtlichen Seitencanälen	1 335 000	„ „
zusammen	10 025 000	Cubik-Meter,

wozu noch die Vertiefung des Nordseehafens mit ungefähr 1200000 Cubik-Metern kommt.

Die aus dem Durchstiche bei Velsen gewonnenen Erdmassen wurden größtentheils nach dem Wykermeer und dem Y transportirt, um die Canaldämme herzustellen, welche wenigstens bis zur Höhe des mittleren Wasserstandes fertig sein mußten, ehe man zur Ausbaggerung des Canalprofiles vorschreiten konnte. Das durch die Baggerungen in größerer Nähe gewonnene Material erwies sich zum Dammbau weniger brauchbar.

Der Transport des Materiales aus dem Durchstich erfolgte auf Eisenbahnen mit Lokomotivbetrieb unter Benutzung kleiner Arbeitsmaschinen ohne Tender mit vier niedrigen Rädern und stehendem Kessel. Früher, bis 1868, wurden die Bahnen unmittelbar nach den Canaldeichen geführt, welche man durch Kopfschüttungen verlängerte, worauf dann auch die Transportbahn weiter vorrückte. Bei dieser Einrichtung mußte man aber die Dämme weit breiter aufschütten, als für die Polderdeiche und die Anlage von Leinenpfaden nöthig erschien. Auch gestaltete sich der Erdtransport durch Lokomotiven sehr kostspielig. Im Jahre 1869 wurden daher vier Schleppdampfer und 72 große Erdprahme angeschafft und außerdem wurden bei Velsen am nördlichen und südlichen Ufer des Canales feste Sturzbahnen gebaut, deren Pfahlreihen soweit aus einander liegen, daß die Prahme dazwischen unter das Geleis gebracht und die Erdwagen direct in dieselben entleert werden können. Seitdem wurden die Dämme nicht breiter aufgeschüttet, als für ihre dereinstige Bestimmung nöthig, und während früher für den laufenden Meter Deichlänge 86 Cubikmeter Erdschüttung nöthig waren, reichte man nunmehr mit 55 aus, obwohl die Schüttung znm Theil in weit tieferem Wasser erfolgen mußte. Da nun für den über Wasser liegenden Theil der Deiche auch die durch Baggerung gewonnenen Massen zu verwenden waren, so ergab sich eine große Ersparniß an Erdmaterial, so daß man noch für die Schüttung des neuen Eisenbahnplanums im Y vor Amsterdam eine beträchtliche Menge zur Verfügung hatte.

Die Herstellung der Schifffahrtsrinne im Hauptcanale durch das Wykermeer und das Y, sowie die Vertiefung der Seitencanäle erfolgte durch Baggermaschinen, von denen zwei kleinere und zwei größere aufgestellt waren, die zusammen

täglich durchschnittlich 576 Cubikmeter Klai- und Sandboden förderten. Dieses Baggermaterial wurde entweder hinter die Deiche geschafft, wo es nach der Trockenlegung der Polder kleine Erhöhungen bilden wird, oder, nach Befinden mit Dünensand gemischt, zum Deichbau verwendet. Der Transport dieses Materiales erfolgte nicht durch Prahme, sondern, wenn es nur auf seine Beseitigung ankam, durch die Kraft des bewegten Wassers, wenn dasselbe aber zum Deichbau verwendet werden sollte, durch besondere mechanische Vorrichtungen,

Wo der Bagger in der Nähe des Ufers arbeitete, also namentlich in den Seitencanälen, wurden zur Beseitigung des Baggermateriales durch Wasser offene Rinnen angewandt, die, von besonderen gedeckten Prahmen getragen, von den Ausschüttungsstellen der Baggereimer auf etwa 40 Meter Entfernung bis hinter den Deich mit einer Neigung von 1:12 reichten. Eine kleine durch die Maschine des Baggers getriebene Kreiselpumpe warf einen stetigen Wasserstrahl in die Rinne, durch welchen die von der letzteren aufgenommene Baggererde fortgeschwemmt wurde.

Für größere Entfernungen war die offene Rinne nicht anwendbar; es wurde dann das vom Bevollmächtigten der General-Unternehmer, S. T. Freemann, erfundene und von dem mit dem Baggerwesen betrauten Ingenier Burtmeiler ausgebildete System des Bodentransportes durch Röhren benutzt, welches auch bei den Vertiefungsarbeiten an der Sulinamündung mit günstigem Erfolge zur Verwendung gekommen ist. Zur Seite des Baggerschiffes befindet sich eine Kreiselpumpe, deren Oberfläche mit dem Wasserspiegel abschneidet; über diesem Gehäuse steht ein Cylinder, welcher die Achse des Kreisels enthält und durch einen Trichter das Baggermaterial empfängt. Auf diese Weise wird dem Kreisel von oben das aus den Baggereimern entfallende Material zugeführt, während von unten das zur Verdünnung nöthige Wasser eintritt. Im Gehäuse vollzieht sich die Mischung, worauf die nunmehr flüssige Masse in einen tangential zum Gehäuse angebrachten Rohransatz getrieben und von da durch die Rohrleitung weiter fortgeführt wird. Die Kreiselpumpen beim Amsterdamer Nordseecanal haben 1^{m}07 Durchmesser und machen 230 Umdrehungen in der Minute. Die Triebröhren sind in einzelnen Stücken von 10

bis 20 Meter Länge mit 0^{m}40 Durchmesser aus hölzernen Stäben nach Art der Fässer zusammengesetzt und mit eisernen Reifen gebunden. An den beiden Seiten jedes Rohrstückes sind eiserne Schwimmbäume angebracht, die es auch gefüllt in der Höhe des Wasserspiegels schwimmend erhalten. Die Verbindung der Rohrstücke erfolgt durch biegsame Schlauchstücke von starkem Leder, die mit Bandeisen umwunden sind. Auf kurze Strecken werden diese Rohre einfach mit einander verbunden, bis die Leitung das Ufer erreicht. Bei größeren Entfernungen des Baggers vom Ufer muß dagegen die Rohrleitung gegen eine in Folge des Wellenschlages leicht eintretende Drehung um ihre Längenachse gesichert werden. In diesem Falle werden je zwei kurze und ein doppelt so langes Rohrstück mit drei Lenkstangen zu ein Paar verschiebbaren Parallelogrammen verbunden. Das ganze System ist dann einer bedeutenden Verkürzung und Verlängerung fähig und der Bagger kann sich ohne Störung der Leitung in ziemlich ausgedehnten Grenzen frei bewegen. Man hat beim Nordseecanal die Röhren bis auf 250 Meter Entfernung und noch weiter geleitet und mit 1^{m}5 Steigung über die Dämme geleitet, ohne daß die Förderung der etwa 50 Proc. fester Stoffe enthaltenden Flüssigkeitsmasse gehemmt worden wäre.

Die dritte Art der Erdbeförderung brachte das Baggermaterial, nachdem es nach Bedürfniß mit Sand gemischt worden, gleich auf die unter Wasser liegenden Sandschüttungen. Der Transport von der Baggermaschine nach dem Damme wurde dabei durch Einrichtungen besorgt, die, wenn auch in etwas unvollkommenerer Weise, schon beim Bau des Suezcanales unter dem Namen „toiles sans fin“ Verwendung gefunden haben. Der Haupttheil dieses in Holland unter der englischen Benennung mud carrier im Gebrauch stehenden Apparates ist eine gegliederte Rinne von Eisenblech von etwa ein Meter Breite, deren Ränder 1/4 Meter hoch sind und deren Glieder 3/4 Meter Länge haben. Diese Rinne läuft auf einer horizontalen Bahn, welche oben eine doppelte Reihe fester Rollen, an den Enden aber je eine eckige Trommel nach Art der Kettentrommeln der Bagger trägt. Die Trommeln werden durch eine Dampfmaschine in Drehung versetzt, und die Rinne wird über dieselbe ohne Ende weggeführt, wobei sie, durch eine Doppelreihe von Rollen

gestützt, auf der Unterseite der horizontalen Bahn ihren Rücklauf findet. Die horizontale Bahn, welche 35 Meter Länge hat, ruht zu zwei Dritteln ihrer Länge auf Schiffen, während das freie Drittel in einem Systeme von Spannstangen die nöthige Unterstützung findet. Die Mischung des vom Bagger auf die Rinne geschütteten Materials mit Sand wird in der Weise bewirkt, daß mit Sand beladene Prahme neben den mud carrier gelegt und mittels eines Dampfkrahnes in einen über der Rinne befindlichen Trichter entleert werden. An einzelnen Stellen wird auch der Sand direkt in die Deiche gekarrt und dort mit dem Baggermaterial gemischt. Die so behandelte Baggererde trocknet schon nach einigen Tagen soweit aus, daß man die richtigen Böschungen herstellen kann, die dann mit guter Klai-Erde bedeckt werden. Auch erfolgt in der Wasserlinie eine Befestigung der Böschungen durch Weidenflechtzäune oder, wo Abspülungen durch Wellenschlag zu befürchten sind, durch Rauhwehre oder Deckwerke.

Die ganze Länge der Dämme beträgt ungefähr 60 Kilometer; der südliche Leinpfad am Hauptkanal ist seiner ganzen Länge nach chaussirt.

Was nun den Nordseehafen anlangt, der an einer flachen sandigen Küste ohne jede Beihilfe der Natur ganz neu angelegt werden mußte, so wird derselbe auch später wohl nur als Vorhafen oder geschützte Rhede für die nach Amsterdam bestimmten Schiffe dienen, ohne sich zu einem selbstständigen Handelshafen zu entwickeln. Allerdings wird erst erprobt werren müssen, ob es gelingt, den Canal in strengen Wintern eisfrei zu erhalten; im ungünstigen Falle müßte man natürlich den ins Auge gefaßten Bau der Eisenbahn von Amsterdam nach dem Hafen beschleunigen, auch umfassende Einrichtungen für das Umladen der Waaren treffen u. s. w. Einstweilen hat man nur zwei colossale Hafendämme angelegt, ähnlich wie bei dem Hafen von Kingstown in Irland. Diese Dämme begrenzen ein Bassin von reichlich 100 Hectaren Fläche und lassen in der Richtung WNW eine Einfahrt von 260 Meter Weite offen. Sie convergiren so, daß sie mit der Richtung des Dünenfußes Winkel von 77° bilden; an den Wurzeln beträgt ihr Abstand 1200 Meter, in 1200 Meter Entfernung von der Küste nur noch 660 Meter, und dann laufen sie mit ihren See-Enden



scharf gegen einander, so daß die Gesammtlänge eines jeden etwa 1545 Meter beträgt. Innerhalb des so begrenzten Raumes wird der eigentliche Hafen in Form einer Ellipse, deren große Achse 650 Meter und deren Fläche 55 Hektaren mißt, bis zur Tiefe von 8,5 Meter unterm Nullpunkte des Amsterdamer Pegels ausgebaggert. Gerade dem Eingange gegenüber mündet der Canal. Die Hafendämme ruhen auf Steinschüttungen von rheinischem Basalt von mindestens ein Meter Stärke, welche sich auf 10 Meter jederseits erstrecken und mindestens ein Jahr lang den Wirkungen der Stürme und des Wellenschlages ausgesetzt gewesen sind, ehe man die aus Beton hergestellten Dämme darauf setzte. Die innere Kronenlinie der Dämme liegt 2,75 und die der Brustwehr 4,10 Meter überm Nullpunkte des Amsterd. Pegels, die beiden runden Köpfe am Eingange in den Hafen sind noch um ein Meter höher. Die Breite des Dammkörpers beträgt an der Küste 6,10 Meter, nimmt aber von da an zu, bis sie im Anschluß an die Köpfe 8,20 Meter beträgt; letztere haben 11,10 Meter Durchmesser.

Die Betonblöcke werden in einer besonderen Fabrik neben der Eisenbahnstation Velsen bereitet und von da durch eine auf dem obersten Bankett des Dünendurchstiches liegende Eisenbahn bis zur Verwendungsstelle befördert. Die Mischung erfolgt mittels eiserner durch Dampfkraft bewegter Cylinder von 1,65 Cubik-Meter Inhalt; das nach wenigen Minuten fertige Material fällt in untergestellte Wagen, die es nach den aus Holzwänden gebildeten Formen führen, in denen es in einigen Tagen hinreichend erhärtet, um nach den Lagerplätzen transportirt zu werden, wo die Blöcke, je nach ihrer Verwendung und der Jahreszeit, 2—4 Monate lagern. Die Blöcke haben 1,07 Meter Höhe, 1,22 Meter Breite und 1,52 bis 2,74 Meter Länge, es sind sogar Blöcke von 3,96 Meter Länge gefertigt worden. Zur Herstellung des Betons werden auf 1 Maßtheil Portland-Cement je 5 Maßtheile Sand und 4 Maßtheile groben Kieses (für Bekleidungsblöcke) oder geschlagene Ziegelstücke (für Innenblöcke) gemischt. Die Mischung erfolgt zunächst oberflächlich mit der Hand, dann kommt die Masse im Betrag von 1 Cubikmeter trocken in die Trommel und hier erst wird das Wasser zugesetzt, 165 Liter für die Außen=

200 Liter für die Innenblöcke. Das spec. Gewicht beträgt bei den Außenblöcken 2,00, bei den Innenblöcken 1,73 bis 1,80 und es wiegen daher die größten gegen 10 Tonnen, die kleinsten 4.

Was die Nordseeschleusen anlangt, die ungefähr 1000 Meter von der Einmündung des Canales in den Hafen entfernt liegen, so bestehen dieselben aus einer in der Mittellinie des Canales liegenden großen Schifffahrtsschleuse mit 18 Meter lichter Weite zwischen den Thoren, an welche sich südlich eine kleinere mit 12 Meter Weite und nördlich eine Auswässerungsschleuse anschließen. Jede der Schifffahrtsschleusen hat drei Paar Fluth- und zwei Paar Ebbe-Thore, von denen erstere aus Eisen, letztere aus kreosotirtem Holz gefertigt sind. Alles Material und Baugeräthe für diese Schleusen mußte von Amsterdam aus über das Y und Wykermeer nach Velsen und von da mit der Eisenbahn an Ort und Stelle gebracht werden.

Der schon erwähnte Abschlußdeich östlich von Amsterdam durchschneidet das Y an seiner schmalsten Stelle; seine Krone ragt ein Meter über die höchste bekannte Fluthhöhe und hat 4 Meter Breite. Auf seiner nördlichen Seite liegen die Schleusen und das Schöpfwerk zur Herstellung des Normalwasserstandes. Bei der Anlage der ersteren mußte darauf gesehen werden, daß sie im Stande sind, den sehr lebhaften, auf die Zeit der Fluth sich zusammendrängenden Localverkehr aus der Zuidersee nach Amsterdam zu bewältigen, also eine große Zahl kleiner Schiffe von geringem Tiefgang durchzulassen. Sie bestehen daher außer einer Entwässerungs- und einer großen Schifffahrtsschleuse mit 18 Meter lichter Weite zwischen den Thoren, noch aus zwei kleineren Schifffahrtsschleusen von 14 Meter lichter Weite. Sie haben alle je ein Paar Fluth- und 2 Paar Ebbethore. Uebrigens sind die kleinen Schleusen groß genug, um beispielsweise die Dampfschiffe aufzunehmen, welche die regelmäßige Verbindung zwischen Amsterdam und Hamburg unterhalten und die voraussichtlich auch fernerhin ihren Weg über Nieuwediep und die Zuidersee nehmen werden.

Unmittelbar an diese Schleusen grenzt im Norden das von Easton, Amons & Sons in London entworfene und construirte Schöpfwerk, welches bei einer Hubhöhe von 1/2 Meter

jede Sekunde bis zu 30 Cubikmeter Wasser zu fördern, aber auch bei 3 Meter Niveau-Differenz noch zu arbeiten vermag. Dasselbe besteht aus drei dicht hinter einander liegenden Mahlschleusen mit je einer Kreiselpumpe, welche durch eine horizontale Dampfmaschine von nominell 75 Pferdestärken bewegt wird. Die Kreiselpumpen sind nach Appold'schen Systeme als „Combined engins" so construirt, daß jede eigentlich aus zwei Centrifugal-Pumpen besteht, von denen die eine das Wasser von oben, die andere aber von unten aufnimmt; das scheibenförmige kupferne Gefäß von 2^m44 Durchmesser und 0^m23 Höhe, welches die Pumpe bildet, ist nämlich durch eine horizontale Wand in zwei Hälften getheilt, in welche das Wasser von oben und unten eintritt, um an der Peripherie ausgeworfen zu werden.

In engster Verbindung mit dem Canalbau stehen nun, wie bereits erwähnt, großartige Ufer- und Eisenbahnanlagen bei Amsterdam. Die Stadt hat die Gestalt eines großen Halbmondes, welcher, vom alten Festungsgraben umgeben und von zahlreichen Canälen durchzogen, sich mit der concaven Seite an das Y anlehnt. In den beiden nördlichen Ecken, ins Y hineinragend, liegen die beiden Docks, von denen das westliche zugleich das Staats-Marine-Dock enthält. Zwischen beiden liegt, inselartig in das Wasser hineingebaut, die „Nieuwe Stads Herberg", ein Gebäudecomplex mit Kais, welcher den Hauptanlegeplatz der zahlreichen kleinen Dampfboote bildet, die in Amsterdam verkehren. Man will nun die an den Dockschleusen bereits vorhandenen Anlegeplätze noch mehr inselartig erweitern und dazwischen eine neue Insel schaffen, welche in der Mitte den Central-Personenbahnhof für die in Amsterdam mündenden Eisenbahnen aufnehmen, an den Rändern aber ausgedehnte Lande-, Lösch- und Ladeplätze erhalten soll. Von hier aus geht die Bahn nach Westen, überschreitet den Canal, welcher den Festungsgraben mit dem Nordseecanal verbindet, auf einer Drehbrücke und theilt sich dann in zwei Zweige, von denen der südliche den Anschluß an die holländische Bahn (nach Haarlem) bilden, der nördliche aber durch das trockengelegte Y über Zaandam nach Nordholland geführt werden soll.

Ein gewaltiger Viaduct von 568 Meter Länge, mit 72 gewölbten Bogen, auf den die Eisenbahn hinläuft, ge-

stattet den Landverkehr überall unter den Geleisen hindurch zu führen. Der Centralgüterbahnhof kommt östlich vom Ostdock zu liegen.

Die Ausführung dieser Ufer- und Eisenbahnbauten ist bei der Beschaffenheit des Baugrundes mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden und jedenfalls sind diese Arbeiten in gleichem Maße wie der Canalbau selbst dazu angethan das Interesse in weiteren Kreisen zu erregen.

IV.

Chemie und chemische Technologie.

Die Elemente und einige einfache Verbindungen derselben.

Sauerstoff.

Zur Bestimmung des freien Sauerstoffs in Gasgemischen oder in Flüssigkeiten, welche, wie z. B. das Regen- und Flußwasser, freien Sauerstoff enthalten, benutzt man gegenwärtig fast allgemein das pyrogallussaure Kali. In neuester Zeit jedoch haben Schützenberger u. Gerardin*) zu diesem Zweck das unterschwefligsaure Natron empfohlen, welches, indem es in doppelt schwefligsaures Natron übergeht, freien Sauerstoff sehr rasch absorbirt und kräftiger wirkt, als das pyrogallussaure Kali. Die geeignete absorbirende Lösung erhält man leicht, indem man mit einer Auflösung von doppelt schwefligsaurem Natron von 20° Baumé ein (etwa 100 Gramme fassendes) Fläschchen füllt, welches Zinkspäne enthält und diese Substanzen bei Luftabschluß 20 bis 35 Minuten auf einander wirken läßt. Will man mit der Lösung des unterschwefligsauren Natrons den Gehalt eines Wassers an freiem Sauerstoff bestimmen, so versetzt man 1 Liter des zu prüfenden Wassers

*) Compt. rend. t. 75 p. 879, Octbr. 1872.

zunächst mit etwas Coupier'schem löslichem Anilinblau und tröpfelt nun unter Umrühren so lange von der hinreichend verdünnten Lösung, von welcher z. B. 10 Cubikcentimeter einem Cubikcentimeter Sauerstoff entsprechen, hinzu, bis die durch das Anilinblau hervorgebrachte blaue Farbe des Wassers zu verschwinden beginnt. So lange nämlich das unterschwefligsaure Natron in dem Wasser den nöthigen freien Sauerstoff findet, um sich damit zu doppelt schwefligsaurem Natron zu oxydiren, behält das Wasser seine blaue Farbe, weil doppelt schwefligsaures Natron das Anilinblau nicht verändert; sowie aber nur eine Spur des unterschwefligsauren Natrons im Ueberschusse zugegen und damit also die Reaction beendigt ist, verschwindet die blaue Farbe, weil das unterschwefligsaure Natron das Anilinblau augenblicklich entfärbt. Da jedoch das unterschwefligsaure Natron sehr unbeständig ist, so muß man es unmittelbar vor seiner Anwendung titriren, das heißt, man muß untersuchen, wie viel Sauerstoff ein bestimmtes Volumen der Lösung des unterschwefligsauren Salzes zu absorbiren vermag. Hierzu kann man sich einer Auflösung von reinem Kupfervitriol in starkem überschüssigen Ammoniak bedienen, welche so viel Kupfer enthält, daß 10 Cubikcentimeter dieser Flüssigkeit 1 Cubikcentimeter Sauerstoff entsprechen, der vom unterschwefligsauren Natron, welches das Kupferoxyd der Lösung zu Kupferoxydul reducirt, absorbirt wird. Einfach und doppelt schwefligsaures Natron wirken nicht reducirend auf das Kupferoxyd ein, so lange noch überschüßiges Ammoniak vorhanden ist.

Will man also den Sauerstoffgehalt eines Wassers nach dieser Methode bestimmen, so operirt man am besten folgendermaßen: Etwa eine halbe Stunde vor Ausführung der Bestimmung füllt man ein Fläschchen, welches, wie schon erwähnt, 100 Gramme Wasser faßt und in welchem sich eine mit einem Zinkbleche und einigen Stücken Zinkgranalien gebildete Spirale befindet, zu drei Vierteln mit gewöhnlichem Wasser, setzt 10 Cubikcentimeter einer Lösung von doppelt schwefligsaurem Natron von 20° Baumé zu, füllt mit Wasser vollends auf und verschließt das Fläschchen nach mehrmaligem Umschütteln mit einem Kautschukpfropfen. Nach 20—25 Minuten ist das Reagens fertig. Einerseits gießt man ferner in ein mit Fuß versehenes Probirgläschen 20 Cubikcentimeter ammonikalischer schwefelsaurer

Kupferoxydlösung, welche man mit einer Oelschicht bedeckt; andererseits bringt man in einen Becher mit weiter Oeffnung 1 Liter von dem zu prüfenden Wasser und bedeckt dasselbe ebenfalls mit einer Oelschicht, nachdem man es mittels einiger Tropfen Anilinauflösung sehr hell blau gefärbt hat. Man aspirirt die auf die beschriebene Weise aus doppelt schwefligsaurem Natron mit Zink frisch bereitete unterschwefligsaure Natron-Lösung in eine Pipette von 50 bis 60 Cubikcentimetern, welche in Zehntel getheilt ist, läßt dann diese Lösung allmälig, indem man mit einem Glasstabe gelinde umrührt, in die ammoniakalische Kupferlösung laufen, bis sich diese entfärbt. Hernach läßt man mit derselben Pipette die Lösung des unterschwefligsauren Natrons in das zu prüfende blaue Wasser laufen, ebenfalls bis zur Entfärbung des Wassers. Das untere Ende der Pipette muß man während dieser zwei Operationen natürlich unter der Oelschicht erhalten.

Angenommen, man habe zum Entfärben der 20 Cubikcentimeter der ammoniakalischen Kupferlösung 17,5 Cub. Centim. unterschwefligsaure Natronlösung verbraucht, so ist bekannt, daß diese 17,5 C.C., 2 Cubikcentimetern Sauerstoff entsprechen und wenn andererseits der Liter Wasser 26,4 C.C. erfordert hat, so setzt man die Proportion

$$17{,}5:2 = 36{,}4:x = \frac{36{,}4.\ 2}{17{,}5} = 4{,}16 \text{ Cubikcentimeter,}$$

in je 1 Liter des geprüften Wassers sind hiernach 4,16 C. C. freier Sauerstoff enthalten. Diese Prüfungsmethode läßt sich bei einiger Uebung leicht rasch und sicher ausführen.

Gerardin hat nach der beschriebenen Methode den Sauerstoffgehalt des Regenwassers wie denjenigen des Seinewassers zu verschiedenen Zeiten bestimmt und folgende Resultate erhalten:

Je 1 Liter Regenwasser enthielt am 29 Octbr. 1872, 8,00 Cubikcentimeter Sauerstoff; am 25 Nov. 4,33; am 26 Nov. 3,17; am 27 Nov. Morgens 4,80; Mittags 4,40; Abends 2,63; am 28 Nov. 2,59; am 29 Nov. Morgens 3,19; Abends 4,72; am 30 Nov. 3,78; am 2 Dec. 3,77; am 4 Dec. 3,22; am 7 Dec. 4,04 und am 8 Dec. 4,00 Cubikcentimeter. — Der feine andauernde Regen ist weniger reich

an Sauerstoff, als der reichliche und vorübergehende Regen; die Zertheilung der Tropfen scheint die Oberfläche, deren aufgelöster Sauerstoff verloren geht, zu vergrößern. Im Seinewasser fand Gerardin während des Steigens des Flußes per Liter, am 9 Octbr. 3,75; am 30 Octbr. 6,00; am 19 Nov. 3,99; am 24 Nov. 3,33; am 27 Nov. 3,40; am 2 Dec. 3,78; am 4 Dec. 3,83 und am 8 Dec. 3,60 Cubikcentimeter Sauerstoff.

Betreffs der seit Jahren von Paris aus gepriesenen sogenannten „neuen" Sauerstoffgas- oder Hydrooxygengas-Beleuchtung, über deren Bedeutung wir uns bereits im vierten Jahrgange dieses Jahrbuches S. 271 ausführlich aussprachen, scheint jetzt endlich eine nüchterne Kritik Gehör zu finden, indem in Paris selbst ein Herr Thomas im dortigen Vereine der Civilingenieure über diesen Gegenstand einen Bericht erstattete, welchem zu Folge als Thatsache anerkannt wurde, daß man allerdings im Sauerstoff eine viermal so große Menge von Gas verbrennen könne, als in der atmosphärischen Luft und daß man bei reichen Gasen die volle Leuchtkraft zur Entwickelung bringen könne; es habe überhaupt nur bei reichen Gasen einen Sinn, Sauerstoff anzuwenden, da sonst der Vortheil an Leuchtkraft weitaus aufgewogen werde durch die Kostspieligkeit und Complicirtheit des Verfahrens. Für große Plätze, öffentliche Mittelpunkte und Festlichkeiten, wo es darauf ankomme große Quantitäten Gas zu verbrennen, ohne daß die Kosten in Betracht kommen, sei die Sauerstoffgasbeleuchtung vortheilhaft anzuwenden; für die gewöhnliche Beleuchtung sei sie indeß zu kostspielig, ohne entsprechende Vortheile zu bieten. Es hat in der That lange genug gedauert, bis auch Andere sich veranlaßt sahen zu der Ansicht zu gelangen, welche wir bereits im Jahre 1868 an oben citirter Stelle ausgesprochen haben. Nachdem nun ein Pariser Ingenieur diese Ansicht zu der seinigen gemacht, wird auch in Deutschland dieser Urtheilsspruch eifrigst colportirt.

Chlor.

Die Darstellung von Chlorgas mittels Salzsäuregas und atmosphärischer Luft, der sogenannte Deacon'sche Chlorprozeß, war auf der letzten Leipziger

Naturforscherversammlung zur Sprache gebracht worden. Dieses im 7. Jahrg. unseres Jahrbuches (von 1871 S. 299) beschriebene, einfache Verfahren zur Chlorgasbereitung ist, nach den Mittheilungen des Dr. Hasenclever, in England bereits in sehr grossartigem Maßstabe durchgeführt worden und wird nach Dr. Kempf jetzt auch in der bekannten Kuhnheim'schen Fabrik in Berlin eingerichtet. Nach Dr. Grüneberg ist die Einhaltung einer constanten Temperatur der mit Ziegelpulver gefüllten gußeisernen Röhren, durch welche die Mischung von Salzsäuregas und Luft geleitet wird, eine der wesentlichsten Bedingungen zur Erzielung eines günstigen Resultates, und Deacon selbst verwende hierauf die größte Sorgfalt. Die erforderliche Temperatur betrage nahezu 700° F. = 384°, 6 C. (also nicht Glühhitze, wie früher angegeben wurde). Die Einhaltung dieser Temperatur verursacht bei der praktischen Ausführung einige Schwierigkeiten, auch ist der Kohlenverbrauch verhältnißmäßig sehr bedeutend, wird jedoch dadurch aufgewogen, daß man keinen Braunstein und nur geringe Arbeitskräfte gebraucht.

Ein neues Verfahren zur Darstellung von Chlorgas in großem Maßstabe hat Tessié du Mothay*) empfohlen. Hiernach soll man Braunstein oder ein Gemenge von Braunstein und Kalk in einer Retorte zum Dunkelrothglühen erhitzen und zu der glühenden Masse einen Strom von Salzsäuregas leiten; dabei werden reines Chlorgas und Wasserdampf frei, während in der Retorte Manganchlorür und Chlorcalcium zurückbleiben. Ohne das Glühen zu unterbrechen, leitet man nun zu dem Rückstande in der Retorte einen Strom von atmosphärischer Luft, welche den größten Theil ihres Sauerstoffs abgiebt, die Chloride des Rückstandes zu Manganoxyd und Kalk (wenigstens theilweise) oxydirt, während gleichzeitig Chlorgas mit dem Stickstoffgase der Luft und etwas Sauerstoff verunreinigt entweicht. Während nun der aus Manganoxyd und Kalk bestehende Rückstand von Neuem, wie eben beschrieben mit Salzsäuregas in der Glühhitze behandelt wird, leitet man das erhaltene, mit Stickstoff- und Sauerstoffgas verunreinigte

---

*) Chronique de l'industrie, Juli 1872 S. 178; Dingl. polyt. Journ. Bd. 205 von 1872 S. 356.

Chlorgas zu Kalkmilch, von welcher das Chlor unter Bildung von unterchlorigsaurem Kalk (Chlorkalk) und Chlorcalcium absorbirt wird. Aus der so gewonnenen Chlorkalklösung erhält man aber durch Zusatz von Salzsäure im Chlorentwicklungsapparate ein neues Quantum von reinem Chlorgas und zugleich eine Chlorcalciumlösung, welche letztere durch Digestion mit kohlensaurer Magnesia zu kohlensaurem Kalk und Chlormagnesiumlösung zersetzt wird. Man hat nur nöthig die Chlormagnesiumlösung zu destilliren, um als Destillat Salzsäure für neue Operationen zu gewinnen, während als Rückstand Magnesia bleibt, die wieder zur Zersetzung neuer Portionen von Chlorcalciumlösung verwendet wird. Tessié du Mothay hebt als Vorzüge seines Verfahrens hervor, daß der ursprünglich angewandte Braunstein immer wieder regenerirt werde, daß man alles Chlor der angewandten Salzsäure als Chlorgas gewinne und daß das so gewonnene Chlorgas sehr rein und zur Chlorkalkfabrikation besonders gut geeignet sei. Ob diese Methode sich in der Praxis bewähren wird, muß die Zukunft lehren.

Salzsäure.

Die Darstellung von chemisch reiner Salzsäure aus der käuflichen, unreinen rohen Salzsäure ist zwar vielfach, aber nicht mit befriedigendem Erfolge versucht worden. Emil Zettnow hat nun ein Verfahren empfohlen*), nach welchem sich eine solche Reinigung der rohen Salzsäure leicht und mit Vortheil ausführen läßt. Dieses Verfahren stützt sich auf die zuerst von Bettendorf erwiesene Thatsache, daß man durch Zinnchlorür aus rauchender Salzsäure alles dieselbe verunreinigende Arsen vollständig niederschlagen kann; es wird folgendermaßen ausgeführt: die rohe Salzsäure von 1,16 spec. Gew., welche von Eisen frei sein muß, wird, um etwa vorhandene schweflige Säure zu oxydiren, mit etwas Chlorwasser oder einer wässrigen Chlorkalklösung versetzt, bis eine Probe der Säure, nach dem Verdünnen mit Wasser Jodkalium-Kleisterpapier blau oder eine Auflösung von Jodkalium gelb färbt, bis also die Säure etwas überschüssiges freies Chlor enthält. Hierauf fügt man auf je 10 bis 12 Kilogr. der Säure 50 Gramme käuf-

*) Poggendorff's Ann. 1872. Bd. 146 S. 318.

liches Zinnsalz zu, schüttelt um und stellt die Flasche mit der Säure an einen 30° bis 35°C warmen Ort. Bei dieser Temperatur geht die Abscheidung des Arsens und die Klärung der Säure in etwa 24 Stunden vor sich, während bei gewöhnlicher Temperatur zu derselben 3—4 Tage erforderlich sind. Unterwirft man dann die Säure nach Hinzufügung von etwas Kochsalz und einer Prise scharfkörnigen Sandes, um ein gleichförmiges Sieden zu erzielen, der Destillation, so gewinnt man reine Salzsäure.

Chlorkalk.

Will man das mittels des Deacon'schen Chlorprozesses gewonnene, mit viel Stickstoffgas vermischte Chlorgas mit Vortheil zur Chlorkalk-Fabrikation verwenden, so muß man das Gas vorher über concentrirte Schwefelsäure leiten, um es vollständig zu trocknen, indem man nur einen schwachen Chlorkalk erhalten würde, wenn man das Gas feucht in die mit Kalk gefüllten Absorptionskammern leiten würde. Durch Anwendung von getrocknetem Chlorgas läßt sich dagegen ein Chlorkalk mit einem Gehalt von 36 Proc. wirksamem Chlor herstellen. Die Absorptionskammern für das verdünnte Deacon'sche Chlorgas müssen jedoch eine zehnmal größere Oberfläche besitzen, als diejenigen für reines Chlorgas; dadurch werden die Anlagekosten sehr bedeutend erhöht, ein Umstand, welcher der allgemeinen Benutzung des Deacon'schen Verfahrens hinderlich ist.

Crace Calvert in Manchester will gefunden haben,*) daß der wirksame Bestandtheil des Chlorkalks nicht, wie man allgemein annimmt = $Ca\,Cl_2\,O_2 + Ca\,Cl_2$ (früher $CaO, ClO + CaCl$) ist, sondern der Formel $CaCl_2O_2 + 2(Ca\,Cl_2)$ entspricht, also mehr Chlorcalcium enthält. Er stützt seine Annahme über die Zusammensetzung des Chlorkalks hauptsächlich darauf, daß man beim Behandeln des Chlorkalks mit Kohlensäuregas einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk erhält, welcher dem im Chlorkalk an unterchlorige Säure gebundenen Kalk entspricht, indem durch Kohlensäuregas nur der unterchlorigsaure Kalk, nicht aber das vorhandene Chlorcalcium zersetzt werde. Bei dieser Zersetzung wird die unterchlorige Säure

*) Annales de chimie et de physique, 4. série, t. 27, pag. 121. Dingl. pol. Journ. Bd. 206 S. 144. —

frei und bleibt in der Lösung. Ferner kann man nach Calvert dem Chlorkalk durch absoluten Alkohol diejenige Menge von Chlorcalcium entziehen, welche der neuen Formel entspricht. Die Calvert'schen Angaben haben jedoch keinen Glauben gefunden; besonders hat J. Kolb*) darauf aufmerksam gemacht, daß wenn aus einer Chlorkalklösung durch Kohlensäure der Kalk des unterchlorigsauren Kalks gefällt wird und man die Lösung erhitzt, um die überschüssige Kohlensäure, die einen Theil des gebildeten kohlensauren Kalks in Lösung enthalten würde, zu verjagen, hierbei die frei gewordene unterchlorige Säure auf einen Theil des kohlensauren Kalks wirkt und denselben in Chlorcalcium, welches sich auflöst, verwandelt. Man erhält dieser entsprechend weniger kohlensauren Kalk, als man dem vorhandenen unterchlorigsaurem Kalk entsprechend, erhalten sollte. Ferner hebt Kolb hervor, daß wenn man Chlorkalk mit absolutem Alkohol behandle, um das Chlorcalcium auszuziehen, der Alkohol in Folge der Einwirkung des unterchlorigsauren Kalks zersetzt werde und daß sich dabei aus letzterem Chlorcalcium bilde. Die alkoholische Lösung enthält daher mehr Chlorcalcium, als ursprünglich im Chlorkalk enthalten gewesen. Die bisherige Formel für den Chlorkalk ist nach Kolb richtig.

Daß der Chlorkalk als Desinfectionsmittel die vorzüglichste Wirkung ausübt, ist längst bekannt. In gewissen Fällen, wo seine Anwendung von größtem Nutzen sein würde, nämlich zur Desinfection der Aborte und Straßencanäle, hat man ihn aber trotzdem nur selten benutzt, weil er sich mit den Auswurfsstoffen zu energisch zersetzt und einen Geruch nach Chlor entwickelt, welcher nicht allein sehr lästig ist, sondern auch auf die Gesundheit derjenigen, welche das Chlor einathmen, einen nachtheiligen Einfluß ausübt. Dieses störende Verhalten des Chlorkalks kann man jedoch nach A. Eckstein in Wien**) vollständig beseitigen, wenn man den Chlorkalk, der zur Desinficirung von Straßencanälen und dgl. dienen soll, in Beutel von Pergamentpapier fest einbindet und solche Beutel in den Abort oder die Canäle wirft. Der Nutzen

*) Compt. rendus, t. 75 p. 1181 November 1872. Dingl. pol. Journ. Bd. 206 S. 380.

**) Separat-Abdruck aus Nr. 47 der Wochenschrift des nieder-österr. Gewerbe-Vereins.

ist einleuchtend: ein mit Chlorkalk gefüllter Pergamentpapiersack oder Beutel bleibt an ein und derselben Stelle, auf welche man ihn gelegt oder geworfen hat liegen, wird von den Waschwässern der Haushaltungen etc., nicht weggeschwemmt, wie der lockere Chlorkalk, und wirkt lokal, da er immerfort in Berührung mit Flüßigkeit ist. Versuche haben ergeben, daß 2 Pfd. guter, in einen Sack von Pergamentpapier eingebundener Chlorkalk und in einen sehr besuchten Abort einer Restauration gebracht, nach 2 Stunden ihre desinficirende Wirkung beginnen, ohne die Respirations- oder Geruchs- Organe im mindesten zu belästigen und daß sie ihre Wirkung volle 9 Tage ausüben. Mit keinem anderen Desinfectionsmittel vermag man so günstige Resultate zu erzielen, so daß diese Thatsache der Beachtung dringend zu empfehlen ist. Statt der von Eckstein empfohlenen Säcke kann man auch die aus Pergamentpapier angefertigten künstlichen Wurstdärme von C. Brandegger in Ellwangen (Württemberg) zu diesem Zwecke benutzen.

Schwefel.

Schweflige Säure. Der außerordentlich nachtheilige Einfluß der schwefligen Säure auf die Vegetation ist zwar hinreichend bekannt und durch Versuche bestätigt, wobei man gefunden hat, daß selbst schon sehr geringe Mengen von in der Atmosphäre vertheilter schwefliger Säure nachtheilig wirken können. In neuester Zeit beschäftigte sich Dr. J. Schröder*) mit diesem Gegenstande und gelangte nach sehr eingehenden und sorgfältigen Untersuchungen zu nachstehenden Hauptresultaten:

Obschon unter sonst gleichen Verhältnissen die gleiche Blattfläche eines Nadelholzes weniger schweflige Säure aufnimmt, als diejenige eines Laubholzes und in Folge dessen das Nadelholz noch nicht sichtbar in seiner Transpiration gestört wird, wo sich beim Laubholze die deutliche Einwirkung bereits zeigt, beobachtet man doch, scheinbar im Widerspruche mit der eben erwähnten Thatsache, daß in den Rauchgegenden die Nadelhölzer mehr leiden als die Laubhölzer.

*) Heft V von Bd. XV der landwirthschaftlichen Versuchsstationen.

Nach Schröder erklärt sich diese auffallende Erscheinung dadurch, daß die Nadeln eine längere Dauer haben, als die Blätter des Laubholzes. Beim Nadelholze können sich daher die schädlichen Einwirkungen eine längere Zeit summiren, während bei den Laubhölzern, die im Herbste ihre Blätter verlieren, der nachtheilige Einfluß von kürzerer Dauer ist und die Belaubung des einen Jahres nur indirect von der im vorhergehenden Jahre stattgehabten Schädigung beeinflußt wird. — Schweflige Säure, welche sich in der Luft befindet, wird nämlich von den Blattorganen der Laub- und Nadelhölzer aufgenommen, zum größten Theile hier fixirt, wobei sie in die Blattstiele, in das Holz und die Rinde eindringt. Selbst in einer Luft, welche nicht mehr als $^1/_{5000}$ Theil ihres Volumens an schwefliger Säure enthält, läßt sich doch noch, sowohl bei Laub- als bei Nadelhölzern die Aufnahme der Säure nachweisen; doch geben die, von der gleichen Blattoberfläche absorbirten Mengen von schwefliger Säure noch kein Maß für die Schädigung, welche die Pflanzen bei längerer Einwirkung des Gases erleiden, indem die specielle Organisation der betreffenden Pflanzen mit in Betracht kommt. Die schweflige Säure wird übrigens von den Blättern nicht durch die Spaltöffnungen, sondern gleichmäßig von der ganzen Blattfläche, von der obern eben so stark, wie von der unteren aufgenommen; aber dieselbe Menge schwefliger Säure, welche von der untern Seite des Laubblattes absorbirt worden, desorganisirt das ganze Blatt in höherem Grade, als wenn die gleiche Aufnahme durch die obere Fläche stattfindet. Dies erklärt sich dadurch, daß die untere Fläche vorherrschend diejenige ist, durch welche die Transpiration stattfindet und daß die schweflige Säure gerade auf die Transpiration resp. die Wasserverdunstung des Blattes, einen besonders nachtheiligen Einfluß ausübt, indem die Pflanzen, welche von schwefliger Säure getroffen werden, die Fähigkeit verlieren, normal zu transpiriren. In Folge dessen werden geringere Mengen von Wasser durch den ganzen Pflanzenorganismus geleitet; es machen sich alle Folgen einer gestörten Wassercirculation geltend und zuletzt geht die Pflanze ihrem Untergange entgegen. Selbstverständlich bewirken größere Mengen von schwefliger Säure eine bedeutendere Störung, wirken also schädlicher, als kleinere Mengen. Dagegen ist es auffallend, daß bei Gegenwart von

16*

Licht, bei hoher Temperatur und trockener Luft mehr schweflige Säure absorbirt wird und eine stärkere Benachtheiligung der Verdunstung eintritt, als im Dunkel der Nacht, bei niedrigerer Temperatur und feuchter Luft, woraus man zu vermuthen berechtigt ist, daß der Hütten- und Steinkohlenrauch, welcher schweflige Säure enthält, zur Nachtzeit den Pflanzen weniger schaden wird, als während des Tages.

Schwefelsäure. Seit mehreren Jahren beschäftigt man sich vielfach damit, das Concentriren der Schwefelsäure zu vereinfachen. Ganz besonders ist die Herstellung der starken 66-grädigen Schwefelsäure, wegen der dazu nöthigen Platinapparate oder Glasgefäße eine Operation, welche nicht allein ein bedeutendes Anlagecapital erfordert, sondern auch, wenn sie nicht mit der erforderlichen Sorgfalt geleitet wird, leicht, durch Schädigung der Platinapparate, großen Schaden verursachen kann.

Schon im Jahre 1844 hatte Fr. Kuhlmann nachgewiesen, daß Schwefelsäure von 66° Baumé, deren Siedepunkt unter gewöhnlichem Luftdruck bekanntlich erst bei 325—327° C. liegt, im Vacuum, bei einem Luftdrucke von nur 3—4 Centimeter Quecksilbersäule, bereits bei 190° bis 195° zu sieden beginnt und da sie bis zu einer Temperatur von 200 bis 205° C. Blei nicht sehr angreift, unter solchen Umständen in Bleigefäßen, statt in Platinapparaten concentrirt werden könnte. Es scheint jedoch dieser Thatsache damals keine genügende Würdigung geschenkt worden zu sein; dagegen hat sich in neuester Zeit A. de Hemptinne, Besitzer einer Fabrik chemischer Produkte zu Molenbeek-St.-Jean bei Brüssel (Belgien) bemüht von derselben Nutzen für die Praxis zu ziehen; seine Bemühungen sind insofern von Erfolg gewesen, als es ihm, nach verschiedenen vorliegenden Berichten*) gelungen ist, einen Apparat zu construiren, mit welchem sich im Großen im luftverdünnten Raume concentrirte Schwefelsäure von 66° Baumè in einem einfachen Bleikessel, also ohne Anwendung von Platin- oder Glasapparaten, herstellen läßt. Ein solcher Apparat functionirt angeblich in der Hemptinne'schen Fabrik bereits seit zwei Jahren ununterbrochen und erzielt außer dem

---

*) Chronique de l'industrie Juli 1872 S. 206; — Dingl. Journal Bd. 205 von 1872 S. 419 und Bd. 206 von 1872 S. 155.

Vortheil der Vermeidung eines Platinapparates eine sehr bedeutende Ersparniß an Brennmaterial. Bei einem Produkt von so allgemeiner Bedeutung wie die Schwefelsäure, ist selbstverständlich jeder Fortschritt von größter Wichtigkeit und wir wollen daher nicht unterlassen, in Nachstehendem den neuen Apparat von Hemptinne zu beschreiben:

A in Fig. 28. ist der Bleikessel, in welchem das Concentriren der Schwefelsäure auf 66° Baumé, mittels des Vacuums geschieht; seine Wandungen bestehen, damit sie dem äußeren Luftdrucke widerstehen, aus sehr dicken Bleiplatten, überdies ist der Kessel, um den Luftdruck sicher auszuhalten, noch besonders mit Kugeln von Glas oder Quarzsandstein von 3—4 Centimeter Durchmesser angefüllt, welche Kugeln von der Säure nicht angegriffen werden. Man erzeugt das Vacuum mittels Condensirung von Wasserdampf, welcher in den gußeisernen Kessel P eingelassen wird. Dieser Kessel ist inwendig mit Holzdauben gefüttert und mit einem aus demselben Material bestehenden Deckel und Boden versehen, damit (was bei der Operation eine Hauptsache ist) eine unnöthige Erhitzung des Metalls verhindert wird. Der Dampf gelangt durch das Rohr Q in den Kessel und treibt in einigen Minuten die in demselben enthaltene Luft durch das mit einem Hahne versehene Rohr R aus. Nachdem dies geschehen ist, injicirt man mittels des Kugelrohres S kaltes Wasser in Form eines Staubregens in den Kessel, wodurch rasch ein Vacuum von 70—71 Centimeter erzeugt wird, welches man mittels des Barometers U beobachtet. Zur ersten Condensirung dient das in der Messingkugel S vorräthige Wasser, nebst demjenigen, welches aus dem oberen Reservoir S_4 durch den Filtrirhahn S_2 leicht angesogen wird. Zur Vollendung der Condensation benutzt man das aus dem tiefer gelegenen Behälter S_3 oder aus einem Brunnen von mittlerer Tiefe aspirirte und filtrirte Wasser. Nachdem ein möglichst hohes Vacuum erzielt worden, öffnet man den Hahn V und extrahirt aus den verschiedenen Theilen des Concentrationsapparates die Luft. Nachdem im Ofen des Kessels Feuer angezündet, treten die sich entwickelnden säurehaltigen Dämpfe in die beiden Helme B und in das Rohr E, welches durch das in der Bleirinne F enthaltene Wasser gekühlt wird. In dem bleiernen Schlangenrohre G gelangen sie zur voll-

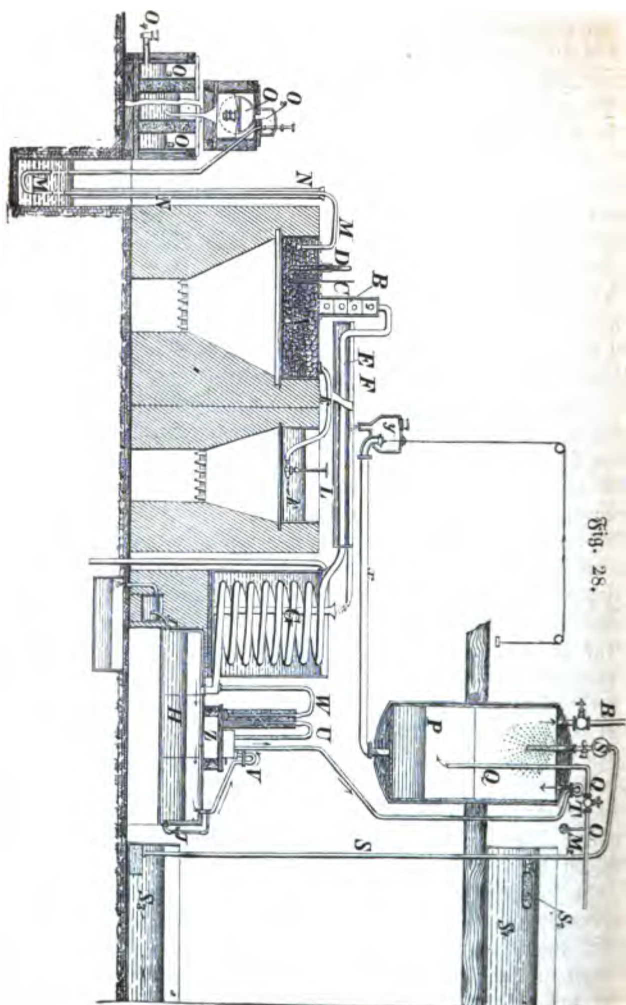
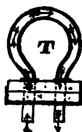


Fig. 28.

ständigen Condensation. Das condensirte Wasser sammelt sich in der cylindrischen Vorlage H, welche aus drei mit Blei überzogenen kurzen Steinzeugröhren gebildet ist. Daß die Säure im Kessel den genügenden Concentrationsgrad erreicht hat, erkennt man daran, daß, wenn die beiden Thermometer C an den beiden entgegengesetzten Enden des Apparates eine Temperatur von 200°—205° C. zeigen, und das Vacuum auf 70—71 Centimeter Quecksilbersäule stehen geblieben ist, der kleine Schwimmer D nicht mehr „tanzt", d. h., daß das Sieden aufgehört hat. Man läßt dann die Luft durch die Oeffnung Z wieder in den Apparat treten und zieht die Säure bis zu 10 Centimeter über dem Kesselboden mittels des Hebers M ab, welcher in einen 6 Meter tiefen Brunnen taucht, so daß er ein für die Luft nicht zugängliches Barometerrohr bildet. Das Feuer im Kesselofen konnte man etwa eine Stunde vor dem Ablaßen der Säure ausgehen lassen. Während des Ablassens und zur Vermeidung einer Ueberhitzung der bleiernen Kesselwandungen, wird mittelst einer Brause Wasser, in Form eines feinen Regens, in das Innere des Ofens gespritzt. Die heiße Säure wird zunächst in dem Muffen N abgekühlt; dann fließt sie in den Kühlcylinder O. Aus diesem tritt sie, ohne mit der Luft in Berührung zu kommen, in den Filtrirapparat O_3; derselbe besteht aus einem rechteckigen Kasten, in welchem bleierne, mit Löchern versehene Scheidewände angebracht sind, deren Zwischenräume mit einem Gemenge von Asbest, Bimsstein, zerstoßenem Glase und Quarzgeröll angefüllt werden. Diese Substanzen halten das in der Säure suspendirte schwefelsaure Bleioxyd zurück. Das auf seinem Wege durch den Kasten geklärte Produkt wird mittels des aus Steinzeug bestehenden Hahnes O_4 auf die für den Handel bestimmten Flaschen abgezogen. Anstatt des Filters kann man auch große Klärcisternen von Blei anwenden, in denen bei Abschluß des Luftzutrittes das in der Säure suspendirte schwefelsaure Bleioxyd sich in 4—5 Tagen absetzt. In der Zwischenzeit wird zur Vorbereitung für eine Operation der Kessel P wiederum luftleer gemacht, wobei man das in demselben enthaltene Wasser durch x nach y treibt; hierauf macht man mit Hülfe des Kessels P auch den Bleikessel A wieder luftleer und füllt ihn durch Aspiriren mittels des aus Steinzeug bestehenden mit Abschlußhahn versehenen Rohres K aus

einer der Vorwärmpfannen L von Neuem mit zu concentrirender Säure. Vorher jedoch läßt man die, während des Concentrirens nach H abdestillirte verdünnte Säure durch I in einen tiefer liegenden Behälter abfließen. An dem Apparate befindet sich ein neu construirter Lufthahn T, der in Fig. 29 in größerem Maßstabe dargestellt ist. Dieser Hahn, welcher das Vacuum vollständig hält, besteht aus zwei genau abgerichteten Bronzescheiben, welche sich aufeinander drehen. Dieselben sind mit zwei runden Löchern von 12 Millimeter Durchmesser versehen. Will man den Hahn öffnen, so dreht man die aus Messing bestehende Handhabe, welche hohl ist, damit die 2 Paar Löcher übereinander zu liegen kommen. Dasselbe System hat der Erfinder bei der Construction der Säurehähne angewandt. Bei denselben bestehen Handhabe und Scheiben aus Blei. Da sich aber dieses Metall wegen seiner Weichheit nicht so genau wie Bronze abrichten läßt, so werden die beiden reibenden Flächen mit einem geschliffenen, mit 2 runden Löchern versehenen Deckel von Krystallglas geliedert, welchen man in die Höhlung jeder Scheibe kittet.

Fig. 29.



Noch ist zu bemerken, daß der zur Erzeugung des Vacuums mittels Dampf-Condensation dienende Apparat gleichzeitig eine Luftpumpe bildet, welche von ätzenden Gasen fast gar nicht angegriffen wird und somit in chemischen Fabriken zum Aufpumpen der zum Benetzen der sogenannten Gay-Lussac'schen Cascaden bestimmten concentrirten Schwefelsäure, sowie zum Füllen der in solchen Fabriken nöthigen Wasserreservoirs benutzt werden kann.

R. Hasenclever hat die Einwirkung der Schwefelsäure auf Blei bei verschiedenen Temperaturen näher zu ermitteln versucht und gefunden, daß reines weiches Blei, der darin zu concentrirenden Schwefelsäure weniger widersteht, als hartes, antimonhaltiges Blei. Erhitzt man eine reine Schwefelsäure von 54° Baumé in einem Gefäße von reinem Blei, so beginnt schon bei 40° C. eine merkliche Gasentwicklung welche sich in dem Verhältniße steigert, als die Temperatur zunimmt und z. B. schon bei 80° deutlich erkennbar ist. Bei Antimon haltendem harten Blei wird die Gasentwicklung erst bei 140° C. stärker. Das hierbei sich entwickelnde Gas besteht

aus Wasserstoff und Schwefelwasserstoff. Bestätigen sich diese Angaben, so müßten bei dem oben beschriebenen Concentrirungsverfahren von Hemptinne die Bleikessel sehr bedeutend angegriffen werden, wovon Hemptinne nichts erwähnt.

Phosphor.

Ueber die Verunreinigungen des käuflichen amorphen Phosphors haben R. Fresenius und E. Luck*) einige beachtungswerthe Mittheilungen gemacht. Hiernach enthält der käufliche amorphe Phosphor sehr häufig noch eine kleinere oder größere Menge von gewöhnlichem Phosphor und indem letzterer sich an der Luft allmälig oxydirt, bilden sich wechselnde Quantitäten von phosphoriger und Phosphorsäure, durch welche die Handelswaare eine saure Reaction und feuchte Beschaffenheit erhält. Die Genannten haben nach einem an citirter Stelle beschriebenen besonderen Verfahren, eine Sorte von käuflichem amorphem Phosphor analysirt und dieselbe im Mittel zusammengesetzt gefunden aus: 92,63 Proc. amorphem Phosphor, — 0,56 gewöhnlichem Phosphor, — 1,308 phosphoriger Säure, — 0,880 Phosphorsäure, — 4,622 Wasser und Verunreinigungen.

Arsen.

J. W. Mallet bestätigt die bereits vor längerer Zeit von Landolt entdeckte Thatsache, daß das Arsen schmelzbar ist, wenn man es in zugeschmolzenen Glasröhren einer schwachen Glühhitze aussetzt. Er erhielt das Arsen hierbei als vollkommen dichte, krystallinische Masse von 5,705 spec. Gew. bei 19° C, stahlgrauer Farbe und starkem Glanze, der sich jedoch in Berührung mit der Luft verliert; es ist bedeutend fester, als das sublimirte Arsen. Sein Schmelzpunkt soll zwischen demjenigen des Antimons und Silbers liegen.

Einige beachtungswerthe Untersuchungen über den Arsengehalt der Zimmerluft hat H. Fleck angestellt.**) Räume, deren Wände, sei es direct, sei es durch Tapeten, mit arsenhaltigen Farben (Schweinfurtergrün) bekleidet sind, üben nach-

*) Zeitschrift f. analyt. Chem. 1872 S. 63.
**) Zeitschrift für Biologie Bd. 8. Heft 3.

gewiesenermaßen auf die Gesundheit der dieselben bewohnenden Menschen einen nachtheiligen Einfluß aus, besonders wenn die Farben derart aufgetragen sind, daß sich Theilchen davon als Staub ablösen können. Das andauernde Einathmen von solchem arsenhaltigen Staube genügt zur Hervorrufung von mehr oder weniger heftigen Vergiftungserscheinungen. Aber auch dann, wenn die arsenhaltigen Farben in einer Weise aufgetragen sind, daß sich keine Staubtheilchen davon loslösen können, macht sich der schädliche Einfluß derselben geltend und in diesem Falle vermochte man sich bisher keine bestimmte Erklärung über die Ursache dieses Einflusses zu geben. H. Fleck hat nun durch entsprechende Versuche nachgewiesen, daß wirklich die Zimmerluft feuchter Räume, deren Wände mit Schweinfurtergrün bedeckt sind, auch ohne daß ein Abstäuben des giftigen Grüns stattfinden kann, gewöhnlich arsenhaltig befunden wird und daß dieser Arsengehalt mit der Entstehung von etwas Arsenwasserstoffgas, welches sich in der Zimmerluft vertheilt, zusammenhängt. Die Bildung von Arsenwasserstoffgas aus Schweinfurtergrün wird hauptsächlich durch einen gewissen Grad von Feuchtigkeit der Wände und der Zimmerluft, sowie durch das Vorhandensein von organischen, gährungsfähigen Stoffen bedingt. Von letzteren scheint besonders Stärkekleister, wie solcher gewöhnlich zum Aufkleben der Tapeten benutzt wird, die Entstehung von Arsenwasserstoffgas zu begünstigen. Entgegen der bisherigen Annahme, daß arsenhaltige Körper die Schimmelbildung verhindern, hat Fleck wahrgenommen, daß der Stärkekleister hinter der Tapete, bei genügend vorhandener Feuchtigkeit, den Heerd zu einer sehr reichlichen Schimmelbildung abgiebt und daß durch den Vegetationsprozeß der Schimmelpilze ein Theil der im Schweinfurtergrün enthaltenen arsenigen Säure reducirt und in Arsenwasserstoffgas übergeführt wird. Arsenhaltige Farben sind daher unter allen Umständen, namentlich aber auf Tapeten gefährlich, wenn sie zur Bekleidung von Zimmerwänden mit benutzt werden.

Gold.

Nach E. Sonstadt finden sich im Meerwasser geringe Mengen von Gold im aufgelösten Zustande; da jedoch dieser

Goldgehalt sicherlich weniger beträgt als 1 Gran engl. per Tonne = 1000 Kilo, so ist die Nachweisung des Goldes im Meerwasser auf die gewöhnliche Weise nicht möglich. Sonstadt hat hierzu drei verschiedene Methoden empfohlen, von welchen wir in Nachstehendem nur eine erwähnen wollen. Man nimmt zur Ausführung dieser Probe 150—200 Cubikcentimeter des zu prüfenden Meerwassers, säuert das Wasser, ohne es zu concentriren, mit 2 bis 3 Tropfen Salzsäure an, löst dann in demselben 0,2 bis 0,3 Gramm reines schwefelsaures Eisenoxydul auf und erwärmt die Solution in einer Porzellanschale so mäßig, daß kein Sieden eintritt. Es bildet sich dabei in der Schale ein glänzendes Häutchen von Eisenoxyd. Man setzt das Erwärmen so lange fort, bis ungefähr die Hälfte des Wassers verdunstet ist, oder so lange, als das Häutchen an Ausdehnung und Glanz noch zunimmt. Nun gießt man die Flüssigkeit ab, reibt das an der Schale fest hängende Häutchen mit ein wenig Wasser zusammen, setzt 50 Cub. Centim. starkes Chlorwasser hinzu, verdunstet nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden bis auf ein möglichst kleines Volumen, wobei man gegen Ende noch einen Tropfen Salzsäure zufügt und gießt diese fast farblose Flüssigkeit in eine Proberöhre, welche bereits ein wenig Zinnchlorürlösung enthält. Es wird binnen wenigen Minuten eine bläuliche oder purpurne Färbung bemerkbar werden. Das Resultat tritt nach Sonstadt immer sicher ein, wenn beim ersten Verdunsten das erwähnte Häutchen sich erzeugt hat; die Entstehung desselben hängt aber davon ab, daß das Eisen sich in einem gewissen Grade theilweise auf höherer Oxydation befindet. Zur Erreichung dieses Zweckes ist es am besten, das Meerwasser nach dem Versetzen mit dem Eisenvitriol und der Salzsäure, einige Stunden oder über Nacht der Einwirkung der Luft zu überlassen, ehe die Erwärmung und Verdunstung vorgenommen wird.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß das Gold im Meerwasser an Chlor oder Jod gebunden, also in löslicher Form vorkommt; bedenkt man aber, daß verdünnte Goldlösungen durch organische Stoffe, die im Meerwasser nicht fehlen und durch das Sonnenlicht unter Abscheidung von metallischem Gold reducirt werden, so erscheint es sehr auffallend, daß sich das Gold trotz der vorhandenen organischen Stoffe und trotz der

ungestört wirkenden Sonne im Meerwasser in Auflösung zu erhalten vermag. Sonstadt erklärt dies, indem er darauf aufmerksam macht, daß im Meerwasser auch jodsaurer Kalk enthalten sei; dieser werde durch die vorkommenden fauligen organischen Stoffe unter Abscheidung von etwas freiem Jod zersetzt und das freie Jod löse das Gold, welches sich immer wieder von Neuem abscheide auch immer wieder von Neuem auf. Erfolge aber, wie z. B. in den Tropen, der Uebergang organischer Stoffe in Fäulniß so rasch und massenhaft, daß der jodsaure Kalk nicht ausreicht, um die Abscheidung von Gold in der erwähnten Weise ganz zu verhindern, so werde sich unzweifelhaft ein Goldniederschlag bilden und daher komme es, daß in den Tropen, wo die Zersetzung rascher verlaufe, die Goldfelder reicher an Gold seien, als in den kälteren Districten.

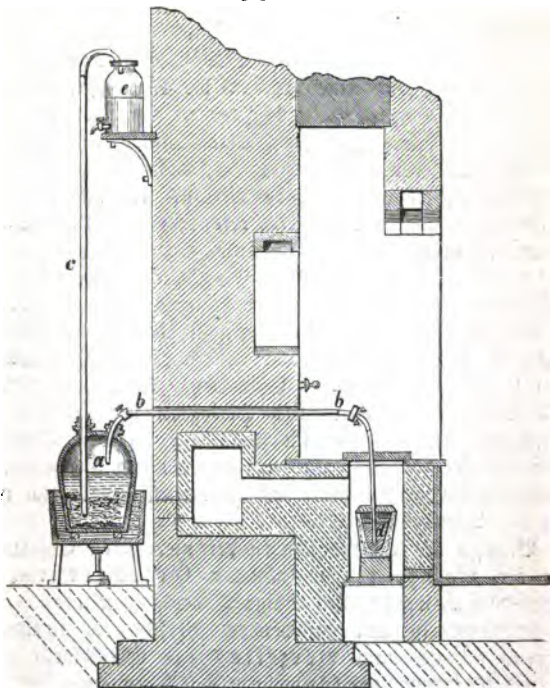
Schon in Jahrg. VII. dieses Jahrbuches S. 344 haben wir über das neue Verfahren berichtet, welches von F. B. Miller zum Reinigen oder „Feinen" des Goldes empfohlen und mit bestem Erfolge praktisch zur Ausführung gebracht worden ist, und erwähnt, daß dieses Verfahren nicht allein dazu dient, um das im Golde vorhandene Silber abzuscheiden und zu gewinnen, sondern ganz besonders auch geeignet ist, Verunreinigungen zu beseitigen, durch welche das Gold mehr oder weniger spröde und daher zum Vermünzen untauglich wird. So genügen z. B. schon kleine, kaum wägbare Beimengungen von Blei, Antimon oder Arsen, um die Eigenschaften des Goldes in der erwähnten unvortheilhaften Weise zu modificiren. Nach C. Dumas, Probirer am Bureau de la garantie zu Paris*) unterscheidet sich äußerlich das unreine, spröde Gold in keiner Weise von dem feinen, geschmeidigen Golde; der nachtheilige Einfluß der genannten Verunreinigungen macht sich erst nach erfolgtem Prägen bemerkbar. Das spröde Gold legirt sich nämlich mit Kupfer ebenso gut wie das feine Gold, es hält das Auswalzen und das wiederholte Ausglühen ohne Schwierigkeit ab und giebt so schöne und so glatte Münzplatten, als man nur wünschen kann; diese Platten erleiden jedoch beim Ausprägen eine solche Veränderung, daß die aus der Prägmaschine hervorgegangenen

---

*) Bulletin de la Société d'Encouragement. Aug. 1872 S. 443. Dingl. Journal Bd. 205 von 1872 S. 535.

Goldstücke leicht zwischen den Fingern zerbrechen und daher nicht in Umlauf gesetzt werden können. In England mußte die königl. Münze im Laufe eines einzigen Jahres von 73000 Kilogr. Goldbarren (zum Theil von Gold aus australischen Bergwerken), welche ihr die Bank von England zum Ausprägen übersandte, 23000 Kilogr. wegen zu spröder Beschaffenheit zurückweisen,

Fig. 30.



woraus genügend die große Wichtigkeit eines Verfahrens hervorgeht, nach welchem sprödes Gold leicht und mit so geringen Kosten, wie dies nach der Methode von Miller möglich ist, in reines und vollkommen geschmeidiges Gold umgewandelt werden kann. Zur Verständigung über das wie schon erwähnt in Jahrg. VII. das Jahrb. auf S. 344 f. f. ausführlich be-

schriebene Miller'sche Verfahren, wird die hier beigegebene Abbildung Fig. 30. jedenfalls willkommen sein. Der Chlorgasentwicklungsapparat a faßt ungefähr 120 Liter und communicirt mittels eines aus feuerfestem Thon angefertigten Rohres b mit dem Schmelztiegel d, welcher das zu feinende Gold enthält; der Druck welcher nöthwendig ist, um das Chlorgas durch das Rohr b in das im Tiegel d zum Schmelzen gebrachte Gold zu treiben, wird durch das 2,50 Meter lange, mit dem Salzsäurebehälter e in Verbindung stehende Glasrohr c erzielt; Ein 3 bis 5 Minuten dauerndes Durchströmen von Chlor durch das Gold genügt zum Feinen von 35 bis 45 Kilogr. des Goldes und zur vollständigen Beseitigung der in demselben enthaltenen schädlichen Metalle. Chlorblei, Chlorantimon und Chlorarsen die hierbei entstehen, verflüchtigen sich, während das schmelzbare Chlorsilber an die Oberfläche des Metalls tritt und unter dem, das letztere bedeckenden Borax eine besondere Schicht bildet. Dieser Apparat ist in der Londoner Münze gegenwärtig allmonatlich etwa drei Tage lang im Betriebe. Die durch diese Operation verursachten Ausgaben sind verhältnißmäßig sehr gering. Die Anschaffungskosten des vollständigen Apparates betragen nicht ganz 400 Mark und die Darstellung der zum Feinen von 5000 Kilogr. Gold nöthigen Chlormenge kostet nicht mehr als 3—4 Mark. Der durch das Verfahren verursachte geringe Mehrverlust an Gold ist im Vergleiche zu den Vortheilen, welche dasselbe darbietet, als ganz unbedeutend anzusehen, umsomehr als der größte Theil des verlorenen Goldes sich in der Asche des Ofens befindet.

Betreffs der Darstellung der niedrigeren Chlorverbindung des Goldes, des sogenannten Goldchlorürs AuCl macht Georg Leuchs*) auf einige Abweichungen und theilweise Unrichtigkeiten in den bestehenden Vorschriften aufmerksam. Während nämlich nach Berzelius das Goldchlorür bereitet werden soll, indem man Goldchlorid $AuCl_3$ in einer Porzellanschale unter Umrühren auf 180°—200° C. erhitzt, soll nach Anderen schon die Erhitzung des letzteren auf 150° C. genügen. Leuchs hat nun gefunden, daß wenn man Goldchlorid nur auf 150° C. erhitzt, bei dieser Temperatur nur wenig Chlorgas

*) Journ. für pract. Chem. 1872 Bd. 6 S. 156.

entweicht und man selbst bei fortgesetztem Erhitzen kein Goldchlorür erhält, sondern daß unter allmäliger Chlorentwicklung endlich metallisches Gold zurückbleibt. Während des ganzen Zersetzungsproceßes zeigt sich kein Moment, wo man wirkliches Goldchlorür hat. Erhitzt man dagegen unter beständigem Umrühren und Reiben mit einem Pistill auf 180°—200° C., so entwickelt sich plötzlich sehr viel Chlorgas, das flüssig gewordene rothe Chlorid wird erst braunroth, dann schmutzigbraun, gelbbraun und trocken, nach weiterem Erhitzen grünlich und schließlich rein gelb, in welchem Falle es dann als reines Goldchlorür betrachtet werden kann. Anfangs kann man die Temperatur auf 230° bis 300° steigern; sowie aber die Masse grünlich wird läßt man die Temperatur auf 230° dann auf 200° u. 180° C. sinken. Die Chlorentwicklung hört auch hier nicht auf und das Ende des Prozeßes ist nur an den Farbenübergängen zu erkennen. Sobald das heiße Pulver rein satt gelb geworden, so nimmt man es vom Feuer oder Sandbade, reibt mit dem Pistill so lange, bis der Chlorgeruch verschwindet und schließt es sofort in ein Glas. Die Arbeit ist auf diese Weise in wenig Stunden beendigt. Goldchlorür, welches eine grünliche Färbung zeigt, enthält noch unzersetztes Goldchlorid. Daß sich das Goldchlorid bei niedrigen Temperaturen ganz zu Gold reducirt, ohne Goldchlorür zu liefern, erklärt sich nach Leuchs dadurch, daß die Feuchtigkeit der Atmosphäre vom Goldchlorid auch bei der Temperatur von 150° noch absorbirt wird und dann das gebildete Chlorid zersetzt. Selbst bei einer Temperatur von 200° C. wirkt die Luftfeuchtigkeit noch störend.

H. Debray*) hat die verschiedenen Ansichten über die Constitution des Goldpurpurs einer Kritik unterworfen und macht darauf aufmerksam, daß die Annahme, der Goldpurpur sei nur ein Gemenge von Gold und Zinnoxydhydrat dadurch widerlegt werde, daß derselbe beim Zusammenreiben mit Quecksilber wie Proust beobachtet habe, kein Gold an das Quecksilber abgebe, was der Fall sein würde, wenn er wirklich nur ein Gemenge wäre und daß er im feuchten, frisch bereiteten Zustande in Ammoniak löslich sei, was nicht möglich wäre, wenn man es nur mit einem Gemenge

*) Comptes rendus t. 75 S. 1025. Octbr. 1872.

von Gold und Zinnoxyd zu thun hätte. Man habe daher angefangen, den Goldpurpur als ein Doppelsalz von zinnsaurem Goldoxydul und zinnsaurem Zinnoxydul zu betrachten, welches genügenden Sauerstoff zur Umwandlung das Zinnoxyduls in Zinnoxyd in sich enthalte; doch auch diese Annahme sei unrichtig. Debray betrachtet den Goldpurpur als einen durch sehr fein vertheiltes Gold gefärbten Zinnsäure- (oder Metazinnsäure-) Lack; der Farbstoff dieses Lacks (das Gold) sei in seinem gewöhnlichen Lösungsmittel, dem Quecksisber unlöslich geworden, wie bei der gewöhnlichen Färberei die ächten Farben in Folge ihrer Verbindung mit der Faser des Gewebes oder mit den Beizen, der Einwirkung des Wassers widerstehen und die Löslichkeit des Goldpurpurs in Ammoniak beruhe nur darauf, daß das frisch gefällte Zinnoxyd (die Zinnsäure) für sich in Ammoniak löslich sei, wobei sich das Gold scheinbar mit auflöse und wegen seiner äußerst feinen Vertheilung längere Zeit suspendirt bleibe. Eine solche Lösung erscheine daher (jedenfalls wegen des darin suspendirt vorhandenen Goldes) bei auffallendem Licht stets trübe und setze langsam metallisches Gold ab. Zum Beweise der Richtigkeit seiner Ansicht, daß der Goldpurpur nur durch fein vertheiltes Gold gefärbte Zinnsäure, also ein Zinnsäurelack sei, bemerkt Debray, daß man auch Goldpurpur erhalte, wenn man zu einer Flüssigkeit, welche frisch gefälltes Zinnoxyd (Zinnsäure) enthält, etwas Goldchlorid und hernach oxalsaures Kali setze; letzteres reducire das Goldchlorid fast augenblicklich und das sich ausscheidende Gold schlage sich dabei fast vollständig auf das Zinnoxyd nieder, welches dadurch die gewöhnliche Farbe des Goldpurpurs annehme. Gegen die eben mitgetheilte Ansicht Debray's über die Constitution des Goldpurpurs läßt sich nichts einwenden, nur ist dieselbe nicht neu, indem schon im Jahre 1866 J. C. Fischer (vgl. Jahrg. III dieses Jahrb. von 1867 S. 336) in seiner eingehenden Arbeit über den Goldpurpur zu dem Schluße gelangte, daß das Zinnoxyd das Gold an sich zieht und sich hierüber wörtlich äußerte: „Bei der Bildung des Goldpurpurs hängen sich die Molecüle des reducirten Goldes an die Molecüle des Zinnoxydhydrates, wie ein Farbstoff an Gewebe. Es tritt hier der eigenthümliche Umstand auf, daß nicht blos der reducirte, sondern auch der reducirende Körper aus-

fällt, jedoch nicht jeder besonders, sondern beide wie ein Lack miteinander vereinigt, indem hier das Zinnoxyd seine bekannte, Farbstoffe anziehende Eigenschaft geltend macht." Man sieht wie gut es wäre, wenn sich endlich die französischen Chemiker daran gewöhnen wollten, die Arbeiten der deutschen Chemiker gebührend zu berücksichtigen.

Bor.

Nach A. Hirschberg*) ist in Schweden, im Jahre 1870 die Borsäure unter dem Namen „Aseptin" in großen Quantitäten als Conservirungsmittel für Milch und Fleisch mit Erfolg verwendet worden; auch hat man ein Gemenge gleicher Theile von Borsäure und Alaun, als „doppeltes Aseptin" empfohlen, um dem Fleische welches in Eichenholzfäßern aufbewahrt, ein unvortheilhaftes äußeres Ansehen erhalten hat, wieder ein besseres Ansehen zu ertheilen. Hirschberg hat einige auf die conservirende Wirkung der Borsäure bezügliche Versuche angestellt und gefunden, daß sich in der That Milch, die im frischem Zustande mit ein Tausendtheil ihres Gewichtes Borsäure versetzt worden war, bedeutend länger gut und genießbar erhielt als unversetzte Milch, daß sich jedoch aus solcher Milch der Rahm nur sehr langsam und nur unvollständig abscheidet Auch Bier kann durch einen Zusatz einer geringen Menge von Borsäure länger als gewöhnlich vor dem Säuern geschützt werden.

Kohlenstoff.

Ueber die Wirkung des Kohlenstoffs und des Eisens auf die Kohlensäure in der Rothglühhitze, sind in neuerer Zeit verschiedene Ansichten geltend gemacht worden. Gewöhnlich nimmt man an, daß das Kohlensäuregas durch zum Glühen erhitzte Kohle oder Eisen, zu Kohlenoxyd reducirt werde. Dubrunfaut dagegen hat behauptet, daß zu dieser Reaction Wasserstoff unerläßlich sei; trockene Kohlensäure könne durch glühende Kohle nicht in Kohlenoxyd

*) Archiv der Pharmacie. Bd. 200 S. 45.

umgewandelt werden. Zur Hervorbringung dieser Wirkung sei erforderlich, daß die Kohlensäure feucht sei, oder daß die Kohle Wasser enthalte. Dumas*) hat nun die Behauptung von Dubrunfaut einer genauen Prüfung unterzogen und ist dabei zu dem Resultate gelangt, daß selbst absolut trockenes Kohlensäuregas bei heller Rothglühhitze zu Kohlenoxydgas reducirt wird, wenn man dasselbe in langsamem Strom über die glühende Holzkohle leitet und daß diese Reduction auch stattfindet wenn die Holzkohle vorher durch Glühen in einem Strome von trockenem Chlorgas, von jeder Spur eines Wasserstoffgehaltes befreit worden. Hiernach sind die bisherigen Ansichten über die Wirkung glühender Kohle auf Kohlensäure als richtige erwiesen, während die Behauptungen Dubrunfaut's auf einem Irrthum beruhen. Auch hellrothglühendes Eisen vermag die Kohlensäure, wenn man dieselbe in sehr langsamem Strome durchströmen läßt, wenigstens theilweise zu Kohlenoxyd zu reduciren; es bleibt jedoch hierbei immer ein beträchtlicher Theil der Kohlensäure unzersetzt. Dumas bestätigt außerdem die bereits bekannte Thatsache, daß die Holzkohle, auch wenn sie noch so heftig und anhaltend ausgeglüht wird, dennoch immer etwas Wasserstoff zurückhält und daß sie nur durch Glühen im Chlorgasstrome von jeder Spur Wasserstoff befreit werden kann.

Zur Kenntniß der Holzverkohlung in Meilern haben Strippelmann und Becker**) einige bemerkenswerthe Angaben geliefert. Nach den Genannten üben die Größe des Meilers, der Neigungswinkel der Schlichtung desselben, der Boden, auf welchem der Meiler errichtet wird und die Zeit, in welcher man denselben abbrennen läßt, einen bedeutenden Einfluß auf die Ausbeute an Holzkohle, sowie auf die Beschaffenheit derselben aus. Meiler von 30—35 Klafter Inhalt ergeben die gleichmäßigsten und besten Resultate; Meiler bis 50 Klafter Inhalt ergeben 4—5 Proc. geringeres Gewicht der Kohle und 1—2 Proc. Lösche per Klafter mehr. Bei steiler Schlichtung des Meilers werden per Klafter Holz um

*) Compt. rendus t. 75, Seite 511; Dingl. Journal Bd. 206 S. 130, von 1872.

**) Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen von 1872 N. 29 und 30.

9 Proc. per Tonne leichtere Kohlen gewonnen als bei flacher Schichtung. Ferner gaben bei Meilern mit gleichen Holzmengen, diejenigen die besten Resultate, die am achten Tage fertig waren. Bei zu langsamem Zubrennen wird die bereits fertige Kohle durch zu lange Einwirkung der Hitze leichter, sowie auch bei zu rascher Verkohlung in stärkerem Feuer. 30 österr. Cubikfuß Holz, in 7 Tagen und 13 Stunden verkohlt, ergaben bei hierauf bezüglichen Versuchen, ein Ausbringen von 59,3 Proc. dem Volumen und 25,3 Proc. dem Gewichte nach. Bei einer Dauer der Verkohlung von 8 Tagen und 19 Stunden wurden dem Volumen nach 60,7 und dem Gewichte nach 25,0 Proc. Kohle gewonnen. Gleiches Holz soll nach Strippelmann und Becker auf leichtem Boden 8—10 Proc. dem Gewichte nach weniger Kohle ausbringen, als auf schwerem steinigem Boden; und auf nicht vollständig trocknem Boden soll man eine 3—5 Proc. schwerere Kohle bei verhältnißmäßig geringerem Ausbringen erhalten, als auf trockenem Boden. Auch die Art und Beschaffenheit des Holzes selbst, welches man verkohlt, ist von Einfluß auf die Ausbeute. So giebt z. B. gut ausgewachsenes, lufttrockenes Kiefernholz eine circa 10 Proc. schwerere Kohle als das Holz der Tanne und Fichte, aber die Ausbeute an Kohle ist bei ersterem um 16 Proc. geringer, als bei den letzteren; und ebenso giebt grünes Fichtenholz eine 10 Proc. schwerere, aber 16 Proc. weniger Holzkohle, als lufttrockenes Fichtenholz.

Knochenkohle.

Die Knochenkohle, dieses unentbehrliche Material zur Entfärbung und Reinigung der Zuckersäfte, welche auf Zucker verarbeitet werden, findet gegenwärtig eine so bedeutende Consumption, daß man kaum im Stande ist, die genügende Menge der zu ihrer Gewinnung nöthigen Knochen zu beschaffen. In Folge der starken Nachfrage nach Knochen, ist der Preis derselben bedeutend gestiegen, so daß die Fabrikanten von Knochenkohle gezwungen sind, ein möglichst rationelles Verfahren einzuschlagen, um außer der Knochenkohle selbst, zugleich auch die entstehenden Nebenprodukte in verkäufliche Präparate überzuführen. Zu einem hohen Grade der Vollkommenheit haben nach einem Berichte von

Barral*) die Besitzer der Knochenkohlefabrik in Aubervilliers bei Paris, Dunod und Bougleux diesen Zweig der chemischen Technik entwickelt, wie aus nachstehenden Angaben hervorgeht. In der genannten Fabrik werden jährlich 7—8 Millionen Kilogr. Knochen verarbeitet; d. h. pro Arbeitstag für ungefähr 3000 Francs; dies geschieht in gewöhnlichen Zeiten mit 80 und wenn die große Fabrikationszeit herankömmt, d. h. die Zeit, wo die Zuckerfabriken am meisten Knochenkohle verbrauchen mit 120 Arbeitern. Zwei Dampfmaschinen mit zusammen 35 Pferdekräften treiben eine Maschine zum Zerkleinern der Knochen, mehrere Mühlen und Beutelmaschinen für die Knochenkohle, Pumpen zur Bewegung der verschiedenen Flüssigkeiten und Krahne zum Versetzen der schweren Apparate. Zunächst werden die Knochen sortirt, theils um fremde Körper, wie Eisenstückchen, Steine und dgl. zu entfernen, theils um gewisse Knochensorten für specielle Fabrikationszwecke auszulesen. Der größte Theil der sortirten Knochen wird sodann auf der Zerkleinerungsmaschine durch zwei mit starken Zähnen versehene, gegen einander laufende Walzen zerbrochen und zermalmt. Behufs der Abscheidung und Gewinnung des in den Knochen enthaltenen Fettes trägt man dieselben mit etwas Wasser in einen Kessel ein, behandelt sie mit Dampf, sammelt das Fett, welches sich auf der Oberfläche abscheidet, bleicht dasselbe am Licht und verkauft es als Knochenfett für 90—96 Frcs. pr 100 Kilo. Die ausgekochten Knochen schichtet man, nachdem das Wasser davon abgelaufen ist, zum Trocknen auf Haufen von 2 bis 4 Meter Höhe; hierbei kommen dieselben in eine Art Gährung, erhitzen sich auf 60 bis 70° C, während gleichzeitig eine Masse von Würmern und Maden auf denselben entstehen und werden bald so trocken, daß sie sich durchschlagen (Durchrättern) lassen. Die durch die Rätter fallenden, also feiner zerkleinerten Stücke werden zur Fabrikation von Knochenmehl verwendet, indem man denselben durch Mahlen und Beuteln verschiedene Grade der Feinheit ertheilt. Die genannte Fabrik liefert jährlich 1 bis 1½ Millionen Kilogr. solches Knochenmehl von verschiedenen Feinheitsgraden. Dasselbe wird an die Landwirthe für 17 Frcs. pr. 100 Kilo

---

*) Bulletin de la Société d'Encouragement. Octbr. 1872 S. 551; — Dingl. Journ. von 1872 Bd. 206 S. 469.

verkauft; es enthält durchschnittlich 4 Proc. Stickstoff und 40 Proc. phosphorsauren Kalk, ist also stickstoffreicher als das aus entleimten Knochen dargestellte, das nur $1 \frac{1}{2}$ Proc. Stickstoff nebst 50 Proc. phosphorsaurem Kalk enthält.

Die gröberen, vor der Rätter niedergefallenen Knochenstücke bilden nun das Material für die Hauptarbeit, nämlich für die Fabrikation der Knochenkohle. Von diesen Knochen werden gegenwärtig noch etwa zwei Drittel nach der allgemeiner üblichen Methode in übereinanderstehenden, in einen Ofen eingestellten, irdenen Töpfen verkohlt. Für die Verarbeitung des übrigen Drittels dagegen ist eine neuere Methode in Anwendung gebracht, welche zwar einen größeren Verbrauch von Heizmaterial erfordert, dafür aber die Gewinnung der Nebenprodukte ermöglicht. Man trägt nämlich die Knochen ganz so wie die Steinkohlen bei der Gasfabrikation, in glühende Retorten ein, die man sofort wieder verschließt, leitet die entweichenden Gase und Dämpfe ebenfalls wie bei der Leuchtgasbereitung durch einen entsprechend großen Röhrencondensator und zuletzt in einen Kasten, in welchen zu feinen Tröpfchen vertheiltes Wasser einströmt. Das nicht verdichtbare Gas läßt man aus diesem Kasten, um es zu verbrennen zu dem Feuerheerde, von welchem aus die Retorten geheizt werden, strömen. Ist die Verkohlung der eingetragenen Knochen vollendet, was man daran erkennt, daß die Gasentwickelung aufhört, so öffnet man die Retorten, zieht die in denselben befindliche Knochenkohle in entsprechend große Dämpfer von Eisenblech heraus, die sofort gut bedeckt werden, beschickt die Retorten von Neuem und fährt in dieser Weise mit dem Verkohlungsprozesse ununterbrochen fort. Die so bereitete Knochenkohle soll von vorzüglicher Beschaffenheit sein. Im Ganzen producirt die genannte Fabrik jährlich gegen 3 Millionen Kilo Knochenkohle. In dem Röhrencondensator und Condensatorkasten sammeln sich die condensirten Produkte, nämlich sogenanntes Ammoniakwasser und ein brenzliches, stinkendes Theeroel, das sogenannte Knochenoel an. Je 4000 Kilo Knochen liefern ungefähr 1 Cubikmeter Ammoniakwasser, welches man vom Knochentheeroel trennt. Das aus dem Röhrencondensator kommende Ammoniakwasser zeigt 8—12° Baumé; das aus dem Kühlkasten kommende zeigt 7—8°. Dieses Wasser aus beiden Apparaten gemischt wird nun in einem Destillationsapparate mit überschüssigem Kalk erhitzt, das hierbei

entweichende Ammoniak in unreine Schwefelsäure geleitet, mit welcher es sich zu rohem schwefelsaurem Ammoniak verbindet und durch Eindampfen der gewonnenen Flüssigkeit oder Lösung das schwefelsaure Ammoniak für landwirthschaftliche Zwecke dargestellt. Dieses Salz ist bekanntlich zur Zeit ein sehr geschätztes Düngemittel, das theils direct, theils zur Bereitung von Kunstdünger verwendet wird. Die genannte Fabrik gewinnt aus 100 Kilo Knochen 7 bis 8 Kilo schwefelsaures Ammoniak und producirt davon jährlich ungefähr 8000 Kilo. Die Produkte dieser Fabrik sind: 1) grobkörnige Knochenkohle und Filtrirkohle für Zuckerfabriken; 2) mittelkörnige Knochenkohle für Raffinerien; 3) Knochentheeroel; 4) Knochenfett; 5) mehlfeines Schwarz für Anstreicher, Maler und Wichsefabrikanten; 6) Jungfernschwarz zum Düngen; 7) Superphosphat von Knochen und Knochenkohle für die Landwirthschaft, d. i. ein mit unreiner Schwefelsäure behandeltes Gemenge von Knochenpulver und Knochenkohle; 8) Knochenpulver zum Düngen; 9) schwefelsaures Ammoniak; 10) weißgebrannte Knochen zur Anfertigung von Kapellen für Probirer und Metallurgen, wozu vorzugsweise die voluminösen Knochen von den Gelenken, namentlich die Gelenkköpfe gewählt werden. Dieselben werden vollständig weißgebrannt und dann feinst gepulvert, wonach sie ein mattweißes Mehl darstellen; 11) verglaste Knochen zur Fabrikation von Opal- und Milchglas; hierzu werden hauptsächlich Schenkelknochen (namentlich Schafbeine) gewählt, weil dieselben den dichtesten und festesten phosphorsauren Kalk geben und eine Art Verglasung erleiden; zu ihrer Darstellung werden die Knochen in gewöhnlichen, mit Löchern zur Vermittlung des Luftzutritts versehenen Verkohlungs- oder Calcinirtöpfen gebrannt.

Zur Darstellung mancher chemischer Präparate und Ausführung sonstiger Arbeiten im chemischen Laboratorium, ist oftmals eine gute, gereinigte Knochenkohle ein unentbehrliches Material um färbende und andere Stoffe niederzuschlagen; und doch besitzt, wie Gräger mit Recht bemerkt, die im Handel vorkommende sogenannte „gereinigte Knochenkohle“ selten die Eigenschaften, welche man von ihr verlangt, ist dagegen häufig sehr unrein, besonders gypshaltig, so daß Flüssigkeiten, die man damit reinigen will, durch solche Knochenkohle statt gereinigt,

verunreinigt werden. Man sieht sich daher häufig gezwungen, sich eine wirklich brauchbare gereinigte Knochenkohle selbst darzustellen und hierzu bringt Gräger*) nachstehende Vorschrift in Erinnerung:

Die unter dem Namen „gebranntes Elfenbein oder Beinschwarz" käufliche, unreine gemahlene Knochenkohle, wird zunächst mit ihrer 4 bis 5 fachen Menge Wasser, in welchem man 4—5 Procent krystallisirtes kohlensaures Natron aufgelöst hatte, anhaltend und unter Ersetzung des verdampfenden Wassers, ausgekocht; hierauf stellt man das Ganze auf die Seite und überläßt es der Ruhe, damit sich die Knochenkohle absetzt, was gewöhnlich 3—4 Tage dauert. Von der niedergefallenen Knochenkohle gießt man die klare darüberstehende Flüßigkeit so vollständig als möglich ab, oder entfernt dieselbe mit einem Heber, gießt auf die Kohle viel warmes Wasser, rührt um, läßt wieder absetzen und gießt auch das Waschwasser von der wieder niedergefallenen Kohle ab. Ein zweimaliges Waschen durch Aufgießen von neuem warmem Wasser ist gewöhnlich nicht nöthig. Die Kohle selbst wird nun, nachdem das Wasser davon abgegossen worden, in eine geräumige Porzellanschale gethan und in dieser mit käuflicher Salzsäure und Wasser übergossen und unter Umrühren erwärmt. Die Salzsäure wird allmälig zugegossen, da anfangs starkes Aufschäumen, von entweichendem Kohlensäuregas herrührend, entsteht und selbst nachdem das Aufschäumen vorüber, so gießt man noch viel Salzsäure zu, damit diese ausreicht, den in bedeutender Menge vorhandenen phosphorsauren Kalk aufzulösen. Ist ein genügender Ueberschuß von Salzsäure zugegen, so darf eine abfiltrirte Probe der Flüssigkeit nach Zusatz von etwas Ammoniak nicht schon bei wenig Ammoniak einen Niederschlag geben, sondern erfordert ziemlich viel Ammoniak, bis endlich in Folge der Neutralisirung der überschüssigen Salzsäure ein Niederschlag entsteht. Man darf nicht mit Salzsäure sparen wollen, sonst erhält man kein gutes Resultat, indem noch phosphorsaurer Kalk in der Kohle zurückbleiben würde. Die mit Salzsäure behandelte Kohle, resp. die ganze saure und die Kohle enthaltende Flüssigkeit, wird nun mit möglichst viel Brunnenwasser

*) Böttger's polytechnisches Notizblatt 1872 Nr. 22.

vermischt, umgerührt und zum Absetzen der Kohle hingestellt. Von der Kohle wird die überstehende klare saure Flüssigkeit ab- und dafür ein neues Quantum Brunnenwasser zugegossen, wieder umgerührt, zum Absetzen hingestellt, klar abgegossen und diese Auswaschoperation, das sogenannte Decantiren, noch 2 bis 3 mal fortgesetzt. Bei den letzten Waschungen säuert man aber das Brunnenwasser schwach mit Salzsäure an, damit sich kein Kalk aus dem Wasser absetzen kann. Zuletzt bringt man die Kohle auf ein Filter oder einen Filtrirbeutel und süßt sie auf diesem so lange mit destillirtem Wasser gut aus, bis das ablaufende Wasser keine saure Reaction mehr zeigt. Die so gereinigte und gewaschene Kohle wird bei 100 bis 120° C, vollständig getrocknet und ist nun nach Gräger eine sehr wirksame und wirklich gereinigte Knochenkohle. Sie bildet ein schwarzes, lockeres, äußerst zartes, stark abfärbendes Pulver, von welchem man nur wenig zur Entfärbung irgend einer Flüssigkeit gebraucht. 100 Thle. nach der beschriebenen Methode behandeltes rohes Beinschwarz liefern jedoch nur 20 Theile gereinigte getrocknete Knochenkohle.

Nach den Angaben von Gräger muß man annehmen, daß die in oben beschriebener Weise gereinigte, von allem phosphorsauren Kalk befreite Knochenkohle ein größeres Entfärbungsvermögen besitzt, als die durch Verkohlung der Knochen direct gewonnene, noch mit sämmtlichen mineralischen Bestandtheilen der Knochen vermischte Kohle. Hiermit im Widerspruch stehen jedoch die Resultate einer Reihe von hierauf bezüglichen Versuchen, welche H. Schwarz*) in Graz ausgeführt hat. Der Genannte hat, um die entfärbende Wirkung der Knochenkohle zu studiren, theils eine Auflösung von reinem Indigoblau in concentrirter Schwefelsäure, theils eine Lösung von indigblauschwefelsaurem Natron (Indigcarmin) in destillirtem Wasser benutzt. Die Versuche selbst führte er theils mit unbehandelter, theils mit gereinigter Knochenkohle, theils mit weiß gebrannten Knochen aus.

1. Die unbehandelte, auf gewöhnliche Weise durch Glühen von Knochen dargestellte Kohle enthielt im Durchschnitt der Analyse 10,5 Kohlenstoff, 85 Proc. mineralische Bei-

*) Dingl. Journ. von 1872 Bd. 205 S. 430.

mischungen und 4,5 % Feuchtigkeit. Schwarz trennte dieselbe in verschiedene Sorten. Zunächst wurde durch ein Haarsieb der feine Knochenkohlenstaub abgeschieden und auf gereinigte Knochenkohle verarbeitet; hierauf wurden durch ein grobes Sieb die größeren Stücken ausgesondert und auf weiß gebrannte Knochenkohle verarbeitet. Das übrige aber wurde durch zwei Siebe mit einer Maschenweite von 4 und 2 Quadratmillimeter in drei Sorten von verschieden grober Beschaffenheit getrennt und zwar in eine gröbste Sorte a, bestehend aus den gröbsten Theilen, die auf dem ersten weitern Sieb zurückblieben, aus einer Mittelsorte b, bestehend aus den auf dem zweiten feineren Siebe zurückgebliebenen Stückchen und aus einer feinen Sorte c, bestehend aus den durch das zweite Sieb gegangenen Theilchen; die Entfärbungsversuche führte er theils bei gewöhnlicher Temperatur, theils unter Erwärmung aus. Nach Schwarz absorbirten 10 Gramm der Knochenkohle a) an Indigo aus saurer Lösung:

	grob	mittel	fein
in der Siedhitze	0,0999 Grm.	0,0988 Grm.	0,101 Grm.
oder auf 100 Kohlenstoff	9,5 Proc.	9,4 Proc.	10,2 Proc.
bei gewöhnlicher Temp.	0,119 Grm.	0,1025 Grm.	0,1005 Grm.
oder auf 100 Kohlenstoff	11,3 Proc.	9,76 Proc.	9,56 Proc.
b. an Indigo aus d. neutral. Indigcarminlösung:			
in der Siedhitze	0,0202 Grm.	0,0256 Grm.	0,0426 Grm.
oder auf 100 Kohlenstoff	1,92 Proc.	2,28 Proc.	4,06 Proc.
bei gewöhnlicher Temp.	0,0677 Grm.	0,0720 Grm.	0,060 Grm.
oder auf 100 Kohlenstoff	6,45 Proc.	6,86 Proc.	5,72 Proc.

Hieraus geht hervor, daß die Entfärbung im Allgemeinen bei gewöhnlicher Temperatur kräftiger von Statten geht, daß jedoch bei gewöhnlicher Temperatur die grobkörnige Knochenkohle wesentlich kräftiger wirkt als die feinkörnige, während umgekehrt in der Siedhitze die Wirkung der feinen Kohle kräftiger ist, als die der groben; und daß ferner der Indigo aus saurer Lösung in wesentlich größerer Menge auf die Kohle niedergeschlagen wird (nämlich im Durchschnitt zu 9,95 Proc. Indigo auf 100 Kohlenstoff der Knochenkohle), als aus der neutralen Indigcarminlösung, aus welcher im Durchschnitt bei Behandlung in der Siedhitze nur 2,75 Proc., bei gewöhnlicher Temperatur 6,34 Proc. Indigo auf 100 Kohlenstoff der Knochenkohle ausgeschieden resp. absorbirt werden.

2. Die gereinigte Knochenkohle, welche von Schwarz auf fast gleiche Weise, wie nach der oben (s. S. 263.) von Gräger empfohlenen Methode aus dem mittelst des Haarsiebes abgeschiedenen Staube dargestellt worden war, enthielt im lufttrocknen Zustande 82,1 Proc. Kohlenstoff, 9,9 Proc. mineralische Bestandtheile und 8,0 Proc. Feuchtigkeit. Von derselben absorbirt je 1 Gramm in der Siedhitze: 0,0414 Grm. Indigo aus der sauren Indigolösung oder 5,04 Proc. auf 100 Kohlenstoff; oder 0,0158 Grm. Indigo aus der neutralen Indigolösung, entsprechend 1,92 Proc. auf 100 Kohlenstoff. Hiernach absorbirt die gereinigte Knochenkohle also bedeutend weniger Indigo als die unbehandelte.

3. Die weißgebrannten Knochen, sogenannte „Knochenasche", wurden von Schwarz aus den durch das grobe Sieb zuerst abgeschiedenen gröbsten Stücken der unbehandelten Knochenkohle, durch Erhitzen derselben in einer Muffel bis zur Rothgluth und Fortsetzung des Glühens, bis alle organische Substanz zerstört war, dargestellt. Von solcher Knochenasche absorbirten 10 Gramme aus der sauren Indigolösung beim Kochen 0,0273 Grm. Indigo, bei gewöhnlicher Temperatur 0,03057 Grm. Indigo, woraus hervorgeht, daß auch der mineralische Theil der Knochenkohle an der entfärbenden Wirkung der gewöhnlichen Knochenkohle Antheil nimmt.

4. Einen gleichen Versuch führte Schwarz auch mit sogenannter regenerirter Knochenkohle aus, die er bereitete, indem er einestheils 50 Grm. weißgebrannte Knochen (Knochenasche) mit 5 Grm. von in wenig Wasser gelöstem Zucker gleichmäßig vermischte, die Mischung trocknete und im Platintiegel glühte; oder indem er anderntheils 50 Gramme der Knochenasche mit einer warmen Lösung von 7 Grm. Knochenleim imprägnirte, trocknete und glühte. Von solcher Kohle absorbirten 10 Gramme: beim Kochen im Durchschnitt 0,0552 Grm. Indigo aus der sauren Lösung oder 0,0218 Grm. aus der neutralen Indigcarminlösung; bei gewöhnlicher Temperatur 0,0601 Gramme Indigo aus der sauren Lösung. Bei Anwendung der regenerirten Kohle scheint hiernach der Temperaturunterschied ohne Einfluß auf die Wirkung der Kohle zu sein.

Die entfärbende Wirkung der Knochenkohle beruht bekannt-

lich auf der Fähigkeit dieser Kohle, gewisse Farbstoffe und manche andere Substanzen z. B. auch Bitterstoffe, Extractivstoffe und dgl. auf ihre Oberfläche niederzuschlagen, gleichsam zu binden; man hat es hier mit einem Vorgange zu thun, welcher mit demjenigen der Aufnahme von Farbstoffen durch thierische oder pflanzliche Fasern d. h. mit dem Wesen der Färberei, die größte Analogie besitzt. Gerade so wie sich die Faser bald mit dem durch Flächenanziehung auf ihre Oberfläche niedergeschlagenen Farbstoffe sättigt und dann nichts mehr von dem Farbstoffe niederzuschlagen vermag, sättigt sich auch die Knochenkohle rasch und wird unwirksam. Diese gebrauchte Knochenkohle, welche einen bedeutenden Werth repräsentirt, wäre entwerthet, wenn es nicht möglich wäre, die auf ihrer Oberfläche haftenden Farbstoffe etc. durch verschiedene Manipulationen, verbunden mit erneutem Erhitzen der Kohle bis zum Glühen, so zu zerstören, daß die Kohle von Neuem die Fähigkeit zeigt, entfärbend zu wirken. Man nennt das die Wiederbelebung der Knochenkohle. Die wiederbelebte oder regenerirte Knochenkohle besitzt zwar nicht mehr das volle Entfärbungsvermögen der ursprünglichen frischen Knochenkohle, ist aber immerhin noch wirksam genug um die Kosten der Wiederbelebung reichlich zu decken. Ganz besonders scheint ein neues von H. Eisfeldt und C. Thumb empfohlenes Verfahren zur Wiederbelebung der Knochenkohle mittels Ammoniak*) geeignet zu sein, sehr bedeutende Vortheile zu bieten. Dieses Verfahren beruht darauf, daß die Knochenkohle in einem besonderen Apparate mit concentrirtem Ammoniak in der Art extrahirt wird, daß kein Ammoniak, oder nur das durch Undichtheiten im Apparate entweichende, verloren geht: dabei wird die wiederbelebte Knochenkohle besser gereinigt und wirksamer, als bei den bisher befolgten Methoden und man hat nicht nöthig dieselbe zu glühen, was bei den bisher üblichen Methoden nothwendig war. Nach der neuen Methode kostet die Wiederbelebung der Knochenkohle incl. Verlust an Kohle pr. Ctr. (50 Kilo) nur 2,05 Sgr., während die Wiederbelebung der Kohle nach der bisher üblichen Methode pr. Ctr. 3,63 Sgr. Kosten verursacht.

---

*) Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1871 S. 295; Dingl. Journ. 1872 Bd. 206 S. 405.

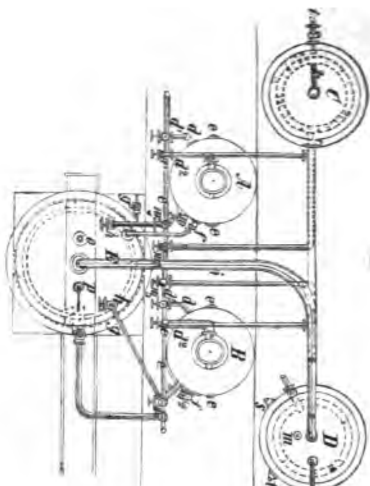


Fig. 32.

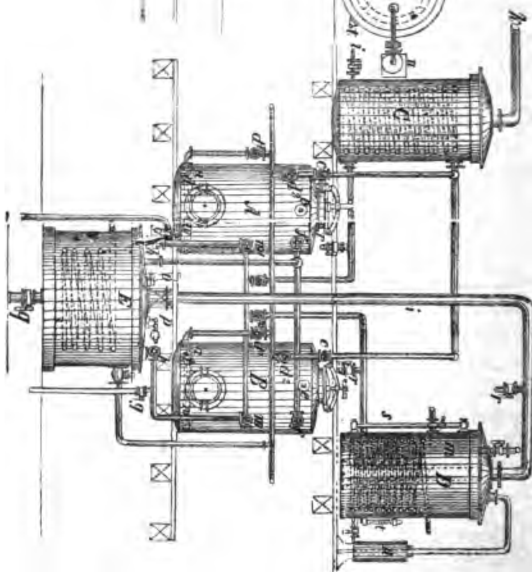


Fig. 31.

Der zur Wiederbelebung der Knochenkohle, von Eisfeldt und Thumb construirte Extractionsapparat ist durch die beiden Abbildungen Fig. 31 und Fig. 32 zur Anschauung gebracht; derselbe kann je nach Bedarf in größeren oder kleineren Dimensionen, als angegeben, zur Ausführung gebracht, auch kann die Anzahl der Gefäße vermehrt werden. Die zwei runden Kochgefäße A und B sind ganz gleich eingerichtet. Im Inneren derselben befindet sich ein doppelter Blechboden a mit Löchern. Im Umkreise von 4 Zoll um das Centrum sind die Blechböden nicht gelocht und dieser Theil ist unter dem unteren Blechboden mit einem Kreise von zweizölligem Winkeleisen eingefaßt, so daß dadurch eine Kapsel, ähnlich einem Schachteldeckel entsteht. Diese Kapsel ist bestimmt, den dort eintretenden Dampf in centrifugaler Richtung gleichmäßig zu vertheilen. Damit die Blechböden leicht durch das Mannloch hineinzulegen und herauszunehmen sind, bestehen sie aus 3 oder 4 Theilen; sie ruhen auf einem 8 Zoll von der Unterkante des Gefäßes angebrachten Rande von Winkeleisen und müssen immer so eingelegt werden, daß das Loch des oberen auf das des unteren paßt. Kleine Stifte in dem Rande und entsprechende Löcher in dem Blechboden sichern das richtige Einlegen. Zwischen beiden Blechböden breitet man ein Sieb von verzinntem Eisenblech aus, welches 225 Maschen auf den Quadratzoll enthält: es verhindert, daß Knochenkohle in den unteren Raum fallen kann und gewährt dem Dampf und dem Wasser den Durchgang. Unter dem doppelten Blechboden befinden sich zwei Rohre von Eisen, das eine d zu Dampf, nach oben unter die Kapsel gebogen, das andere w zum Eintritt und Ablauf des Wassers nach unten gebogen. Dicht über dem Blechboden ist ein Mannloch zum Entleeren des Gefäßes; das Mannloch oben auf dem Deckel dient dagegen zum Füllen. An der Seite des oberen Mannlochs befindet sich ein Brüdenventil c zum Durchlassen des Dampfes bei verschloßenem Mannloch. Außerdem sind mit dem Gefäße durch entsprechende Rohrleitungen verbunden das Ueberlaufventil f und die Ventile w_1, w_2, w_3, zum Durchlassen der zuzuführenden Flüssigkeiten. Vermittelst der Hähne g und der Ventile h kann die in dem Gefäße befindliche Flüssigkeit in's Freie oder in das Gefäß E abgelassen werden. ee sind kleine Schaufensterchen zur Beobachtung des Innern, d_1 und d_2 sind

Dampfventile zum Durchlassen des Dampfes in den unteren oder oberen Raum des Gefäßes. Das Gefäß C ist ein Kochgefäß, in welchem die Schlange von dem zugeführten kalten Wasser umspült wird; dasselbe tritt durch den Hahn i ein und fließt bei k wieder ab. Die Schlange steht einerseits mit dem Brüdenventile c, andererseits mit den Ventilen w_1, resp. w_2 des Kochgefäßes in Verbindung. In dem an der anderen Seite der Kochgefäße aufgestellten Kühlgefäße D fließt das Kühlwasser durch die Schlange. Die Dämpfe welche verdichtet werden sollen, treten durch das Brüdenrohr I in einer Brause durch die in dem unteren Theile des Gefäßes befindliche Flüssigkeit aus. In derselben Tiefe mündet ein anderes Rohr m mit Hahnverschluß auf dem Deckel des Gefäßes, dazu bestimmt, reines Wasser eintreten zu lassen. n ist eine Vorlage mit in Wasser untertauchendem Rohr aus dem oberen Theile des Kühlgefäßes. Es dient zur Aufnahme der in diesem nicht absorbirten Gase und zugleich zur Sicherheit bei etwa eintretender Luftleere. s ist ein sogenanntes Wasserstandrohr und t ein Thermometer. Die Blase E mit Dampfschlange ist durch die Ventile h mit den Kochgefäßen A und B und durch das Brüdenrohr I mit dem Kühlgefäße D verbunden. Auf dem Deckel befindet sich ein Hahn mit Trichter o zum Hineinfüllen von Flüssigkeiten und ein Sicherheitsventil p welches sich nach Innen öffnet. q ist das Ablaßventil am Boden des Gefäßes. Die Blase dient sowohl zur Wiedergewinnung des Ammoniaks aus den gebrauchten Flüssigkeiten, als zur Darstellung von Aetzammoniak aus Ammoniaksalzen. r, r, r, sind Probirhähne an den betreffenden Rohrleitungen. Der Betrieb des Apparates erfolgt in nachstehender Weise: die Knochenkohle, welche behufs der Wiederbelebung die übliche Gährung oder Kochen mit Soda, resp. Aetznatronlauge und die Wäsche passirt hat, wird durch das obere Mannloch in eines der Kochgefäße A oder B gebracht; sämmtliche Ventile oder Hähne mit Ausnahme des Hahnes g sind verschlossen, die Füllung geschieht bis einige Zoll unter f. Danach wird das obere Mannloch geschlossen und die Knochenkohle durch Oeffnen des Ventiles d^2 von oben nach unten abgedämpft, damit das anhängende Waschwasser möglichst entfernt werde.

Sobald dies geschehen ist, verschließt man das Ventil d_2

und danach den Hahn g und läßt aus dem Kochgefäße D von einer darin vorräthig gehaltenen zweiprocentigen Ammoniakflüssigkeit durch Oeffnen der Ventile w_3 und w_1 so viel in das Kochgefäß, daß die Knochenkohle damit bedeckt ist, was man durch das Schaufenster e beobachtet. Dann verschließt man das Ventil w_3, öffnet das Brüdenventil c und beginnt das Kochen durch Oeffnen des Dampfventils d_1. Die sich entwickelnden Dämpfe werden in der Schlange des Kochgefässes C niedergeschlagen und treten als ammmoniakalisches Wasser durch die Ventile w_2 und w_1 unter den Doppelboden des Kochgefäßes zurück. Da sich der zum Kochen dienende Dampf mit verdichtet, so wächst allmälig die Flüssigkeit in dem Kochgefäße; sobald sie über das Schaufensterchen e hinaustritt, läßt man etwas durch das Ueberlaufventil f in die Blase E abfließen. Das jetzt beschriebene Kochen setzt man eine Stunde lang fort; dann läßt man die Flüssigkeit durch das Ventil h in die Blase E ab und wendet von Neuem eine Ammoniaklösung von 2 Proc. an. Während die Knochenkohle mit dieser wieder eine Stunde lang ausgekocht wird, treibt man das Ammoniak der in der Blase E befindlichen Flüssigkeit ab, indem man das Kühlgefäß D in Anwendung bringt. Zum Freimachen des gebundenen Ammoniaks setzt man durch den Trichter o Kalkmilch aus einigen Pfunden Aetzkalk zu. Um das verbrauchte Ammoniak zu ersetzen, ist es nöthig, auch etwas schwefelsaures Ammoniak, oder Salmiak und Aetzkalk in dem Verhältnisse von 4 zu 5 in die Blase einzutragen. Die Menge dieser Zusätze richtet sich nach dem Verbrauche von Ammoniak. Man producirt zweckmäßig eine concentrirtere Ammoniakflüssigkeit und bringt sie durch Verdünnung in dem Kühlgefäße D wieder auf 2 Proc. Gehalt. Durch den Probirhahn r des Rohres I kann man beobachten, ob alles Ammoniak aus der Blase E abgetrieben ist und durch den ebenfalls mit r bezeichneten Probirhahn an dem Rohre zwischen dem Gefäße D und dem Ventile w_3 entnimmt man etwas Flüssigkeit und prüft sie durch Titriren mit Schwefelsäure auf ihren Ammoniakgehalt. Das Kochen der Knochenkohle und die Wiedergewinnung des Ammoniaks wiederholt man so oft als nöthig ist, um die Knochenkohle vollständig zu reinigen, also bis die Ammoniakflüssigkeit keine organischen Substanzen mehr auflöst. Man findet dieses leicht durch Verdampfen eines kleinen

Theils der Flüssigkeit in einem Porzellanschälchen bis fast zur Trockne und Zusatz einiger Tropfen Aetznatronlauge, welche eine Bräunung bewirkt, falls noch organische Substanzen vorhanden sind. Ein dreimaliges Behandeln der Knochenkohle mit Ammoniakflüssigkeit hat sich angeblich bei den Versuchen im Großen genügend erwiesen, um die Knochenkohle vollständig zu reinigen. Schließlich erfolgt ein nochmaliges Abdämpfen der Knochenkohle durch Oeffnen des Ventils d_2, nachdem alle anderen Ventile außer h geschlossen sind. Das Gefäß wird dann entleert und die Knochenkohle nochmals einer Wäsche mit destillirtem Wasser unterworfen, welches in allen Etablissements, in denen Knochenkohle gebraucht wird, als sogenanntes Condensationswasser genügend vorhanden ist, wonach sie wieder zum Gebrauche gelangt.

Chemische Kohle wird gegenwärtig ein besonders präparirter Ruß genannt, der in den Zeugdruckereien Verwendung findet und sich dadurch auszeichnet, daß er sich mit der größten Leichtigkeit im Wasser zertheilen läßt. Camille Köchlin stellt die sogenannte chemische Kohle auf die Weise dar, daß er guten Kienruß (Rußschwarz) mit seinem zehnfachen Gewichte von concentrirter englischer Schwefelsäure (von 66° B.) vermischt, 24 Stunden damit in Berührung läßt und dann mit Wasser auswäscht. Das Präparat enthält 80,25 Proc. reinen Kohlenstoff und besitzt überdies alle Eigenschaften der chinesischen Tusche.

Molybdän.

Im Anschlusse an unsere Mittheilung über die Benutzung der Molybdänsäure zum Blaufärben der Seide, im siebenten Jahrg. dieses Jahrb. von 1871 S. 332 theilen wir mit, daß man nach R. Wagner eine zum Färben vorzüglich geeignete blaue Molybdänlösung erhält, wenn man 20 Theile molybdänsaures Natron und 20 Theilen unterschwefligsaures Natron gemeinschaftlich in 250 Theile Wasser löst, die farblose Lösung bis zum Sieden erhitzt und nach und nach 6—8 Theile Salzsäure von gewöhnlicher Concentration zusetzt, worauf sofort die Flüssigkeit prächtig dunkelbau wird.

Chrom.

Basisch chromsaures Eisenoxyd. Dieses Präparat wird in neuerer Zeit unter dem Namen Sideringelb als gelbe Mineralfarbe empfohlen und kann nach Kletzinsky dargestellt werden, indem man 1 Theil krystallisirtes möglichst neutrales Eisenchlorid in einer beliebigen Menge von Wasser löst, mit einer heiß gesättigten Lösung von doppelt chromsaurem Kali versetzt und längere Zeit erwärmt; hierbei fällt das Sideringelb als feurig gelb gefärbter Niederschlag aus, wird auf einem Filter gesammelt, mit Wasser gut nachgewaschen und getrocknet. Das Sideringelb ist nicht giftig, an der Luft und im Lichte unveränderlich, läßt sich sowohl als Wasser-, wie als Oelfarbe verwenden und soll sich ganz besonders zum Wasserglasanstrich eignen, indem es mit Wasserglas fein verrieben einen rasch trockenden, nach Art der Cemente versteinernden Anstrich giebt, welcher selbst der Gewalt des fließenden Wassers zu widerstehen vermöge. Mit Ultramarin vermischt gebe es ein schönes Grün, das ebenfalls zu Wasserglasanstrichen mit Vortheil verwendbar ist.

Chromalaun, welcher leicht krystallisirt und überhaupt sehr rein ist, kann man nach A. Lielegg am besten darstellen, indem man 39 Theile concentrirte englische Schwefelsäure mit ungefähr 80 Theilen destillirtem Wasser verdünnt, in die noch warme verdünnte Säure allmälig, unter Umrühren 29 1/2 Theile doppelt chromsaures Kali einträgt und das Umrühren fortsetzt, bis sich das Salz ganz gelöst hat, hierauf erkalten läßt und zu der erkalteten Flüssigkeit aus der nichts heraus krystallisirt sein darf, in kleinen Partien unter Umrühren 38 Theile krystallisirte Oxalsäure zumischt. Unter lebhafter Kohlensäureentwickelung wird die vorhandene Chromsäure zu Chromoxyd reducirt, welches mit den übrigen, in der Flüssigkeit vorhandenen Bestandtheilen den gewünschten Chromalaun bildet. Die Einwirkung ist vollendet, wenn die charakteristisch gelbrothe Färbung der Chromsalzlösung verschwunden und eine schmutzig röthlich violet gefärbte Flüssigkeit entstanden ist. Die Erwärmung muß sorgfältig vermieden werden, indem sonst die violette Modification des Chromalauns in die nicht krystallisirende grüne Modification übergeht. Man filtrirt die Chromalaunlösung

und läßt sie durch freiwillige Verdunstung krystallisiren. Sollten sich in der erkalteten Lösung des doppelt chromsauren Kalis in der verdünnten Schwefelsäure Krystalle (von schwefelsaurem Kali) abgeschieden haben, so verdünnt man vor dem Zusatze der Oxalsäure mit so viel Wasser, daß sich die Krystalle auflösen. Man gewinnt bei Anwendung obiger Gewichtsverhältnisse 100 Theile krystallisirten Chromalaun.

Kupfer.

Der neue, sogenannte „Hunt- und Douglas Kupferprozeß" zur Abscheidung des metallischen Kupfers aus seinen Erzen, auf nassem Wege, beruht, wie bereits im Jahrg. VII. des Jahrb. von 1871 S. 350 mitgetheilt worden, darauf, daß Kupferoxyd sich mit Eisenchlorür und Kochsalz in Eisenoxyd und Kupferchlorür, löslich in Kochsalzlauge umsetzt. Aus dieser Lösung wird das Kupfer durch metallisches Eisen niedergeschlagen, wo dann das entstandene Eisenchlorür wieder zur Behandlung einer frischen Portion oxydirten Kupfers dienen kann. Dieses Verfahren wird jetzt in Chili und in Nordcarolina auf den dortigen Kupferhütten eingeführt; es soll sich gut bewähren und ein sehr reines Kupfer liefern.

Ueber einen andern ebenfalls neuen, den sogenannten „Monnier's Kupfergewinnungsprozeß" sind bis jetzt nur kurze Mittheilungen in die Oeffentlichkeit gelangt. Hiernach soll man die schwefelhaltigen Kupfererze mit Soda rösten, wobei sich neben saurem schwefelsaurem Natron, Sulfate von Eisen und Kupferoxyd (Eisenvitriol, Kupfervitriol) bilden; die Temperatur wird jedoch so gesteigert, daß sich der entstandene Eisenvitriol wieder zersetzt. Nun wird die Röste mit Wasser ausgelaugt, in welchem sich mit dem schwefelsauren Natron auch der Kupfervitriol auflöst: nach dem Eindampfen der gewonnenen Lösung zur Krystallisation krystallisiren zunächst etwa $^4/_5$ des vorhandenen schwefelsauren Natrons heraus, während der Kupfervitriol mit wenig Natronsalz in der Mutterlauge zurückbleibt; diese Mutterlauge liefert bei fernerem Eindampfen Krystalle von Kupfervitriol, die nur durch wenig schwefelsaures Natron verunreinigt sind. Nach dem Trocknen der Kupfervitriolkrystalle werden dieselben in einem Calcinirofen mit Kohle zum Rothglühen erhitzt, wobei eine Schmelze entsteht welche Kupferoxyd,

nebst metallischen Kupfer und dem Natronsalze enthält. Letzteres entfernt man durch Auslaugen, während das zurückbleibende Kupfer mit Kupferoxyd auf die gewöhnliche Weise in Feinkupfer verwandelt wird. Von 85 Pfund in der Tonne Kupferkies enthaltenen Kupfers, soll man nach Monniers Methode 82½ Pfund gewinnen, dabei erspart man das Fällen des Kupfers durch Eisen und verliert nicht mehr als 1 Proc. Natronsalz.

Das Kupferoxyd soll nach Prüdhomme die Eigenschaft besitzen, bei Gegenwart von Chromoxyd in Kali löslich zu sein und umgekehrt, soll sich das Chromoxyd bei Gegenwart von Kupferoxyd, in Ammoniak mit auflösen.

Blei.

Auf die Wichtigkeit einer genauen Kenntniß des Einflusses des Wassers auf Blei, in Rücksicht auf die Verwendung von Bleirohren zu Wasserleitungen haben wir bereits wiederholt aufmerksam gemacht (s. Jahrg. III. dieses Jahrb. von 1867, S. 346 und Jahrg. V von 1869, S. 299), auch darauf hingewiesen, wie widersprechend die Resultate hierauf bezüglicher Versuche und daher auch die Urtheile sind und wie die Einen die Bleiröhren zu Wasserleitungszwecken für bedenklich, die Anderen dagegen dieselben für empfehlenswerth halten. Daß diese Widersprüche nicht auf Mangelhaftigkeit der angestellten Beobachtungen beruhen können, sondern auf einer verschiedenartigen Einwirkung der Wässer auf Blei, war unzweifelhaft. Jedes Fluß- oder Quellwasser enthält mehr oder weniger verschiedenartige Salze in geringer Menge aufgelöst und diese sind es jedenfalls, welche den Einfluß des Wassers auf das Blei, je nach ihrer Natur entweder vermehren oder vermindern. Man war aber bis jetzt nicht im Stande mit einiger Gewißheit anzugeben, welche Salze nachtheilig, welche ohne oder von günstigem Einflusse sind. Diese Lücke in unserem Wissen ist jedoch in neuester Zeit durch sehr beachtungswerthe Versuche von M. Pattison Muir*) beseitigt worden. Muir hat nämlich verdünnte Lösungen verschiedener Salze, besonders diejenigen, welche am häufigsten in den Quell- und Flußwässern

*) Chemical News von 1872. vol. 25. S. 294; Dingl. Journ. Bd. 205. von 1872. S. 542.

vorkommen 24, 48 oder selbst 72 Stunden lang auf blankes Blei wirken lassen und dann die in Lösung gegangene Bleimenge bestimmt. Er erhielt folgende Resultate:

Salz	Gramme des in 1 Liter Wasser aufgelöst. Salzes	Milligramme des in Auflösung gegangenen Bleis pr. 1 Liter Wasser		
		nach 24 Stunden	nach 48 Stunden	nach 72 Stunden
Salpeters. Ammoniak	0,020	13,0	—	25,0
dasselbe	0,040	15,0	—	32,0
dasselbe	0,080	15,0	—	—
Salpetersaures Kali	0,020			
und		2,0	2,0	—
Schwefelsaur. Natron	0,050			
Salpetersaures Kali	0,040			
und		0,8	1.0	1,2
Schwefelsaur. Natron	0,212			
Salpetersaures Kali	0,045			
und		—	—	0,3
Kohlensaures Kali	0,308			
Salpetersaures Kali	0,070			
und		—	—	0,5
Schwefelsaures Kali	0,504			
Schwefelsaurer Kalk	0,252	0,4	—	0,8
derselbe	0,408	0,4	1,0	—
Kohlensaures Kali	0,310	—	—	0,2
dasselbe	0,516	—	—	0,2
Chlorcalcium	0,250	0,5	0,5	0,5
dasselbe	0,510	0,3	—	0,4
Schwefelsaur. Natron	0,200	—	—	0,8
dasselbe	0,400	—	—	0,5
Salpeters. Ammoniak	0,020			
und		—	—	1,8
Chlorcalcium	0,060			
Salpeters. Ammoniak,	0,020			
Kohlensaures Kali	0,100			
und		—	—	0,4
Schwefelsaur. Natron	0,200			
Schwefelsaur. Natron	0,200			
Kohlensaures Kali	0,040	—	—	0,1
Chlorcalcium	0,100			
Destillirtes Wasser	— 20	2,0	—	3,0

Hieraus geht hervor, daß die in derselben Zeitperiode von Wässern, welche verschiedene Salze in Lösung enthalten, aufgelösten Bleimengen, sehr von einander abweichen. Von

allen Salzen, welche hinsichtlich ihres Einflusses auf die lösende Wirkung reinen Wassers auf Blei untersucht wurden, erhöhen die Salpetersäuresalze, namentlich salpetersaures Ammoniak, diese Wirkung am stärksten. Vielleicht ist der wirkliche Gehalt der Wässer an Nitraten nicht ganz so groß, als der zu den obigen Versuchen angewandten Lösungen; doch ergibt sich als Thatsache, daß Wasser, welches ein Minimum von dem salpetersauren Ammoniak, nämlich 0,02 Gramme per Liter enthält, fast ebensoviel Blei auflöst, als Wasser mit dem doppelten Gehalte an salpetersaurem Ammoniak. Ferner ist zu bemerken, daß gewöhnlich ebensoviel oder doch beinahe ebensoviel Blei aufgelöst wird nach nur 24 stündiger, wie nach 72 stündiger Einwirkung. Der Einfluß der Chloride, wenigstens des Chlorcalciums scheint in Bezug auf die Menge des aufgelösten Bleis, die Wirkung zu verzögern; dies wurde sowohl bei dem nur Chlorcalcium enthaltenden Wasser, als auch in dem Wasser beobachtet, in welchem Chlorcalcium und salpetersaures Ammoniak zusammen gelöst worden waren. Die stärkste verzögernde Einwirkung auf das Auflösungsvermögen des Bleis in Wasser üben aber unbedingt die kohlensauren Salze aus, indem z. B. die Gegenwart von 1 Theil kohlensaurem Kali in 3000 Theilen Wasser jede lösende Wirkung eines solchen Wassers auf Blei fast vollständig aufhebt und da die meisten Trinkwässer Kohlensäure und kohlensaure Salze enthalten, so ergiebt sich, daß in den meisten Fällen die Anwendung von Bleiröhren zu Wasserleitungen ganz unbedenklich ist.

Auch lösliche Schwefelsäuresalze benehmen dem Wasser die Fähigkeit, Blei aufzulösen beinahe so vollständig, wie die löslichen Kohlensäuresalze. Wenn in einem Wasser, welches 0,02 Grm. Salpetersäuresalze per Liter enthält (was bei Trinkwasser ungewöhnlich viel ist) zugleich schwefelsaure Salze vorkommen, so vermindert schon ein Gehalt von 0,05 Grm. der letzteren in 1 Liter Wasser die lösende Wirkung des Salpetersäuresalzes im Verhältnisse von 13 zu 2. Ein lösliches Kohlensäuresalz vermindert unter gleichen Umständen die lösende Wirkung des Nitrats von 16 auf 0,3 also noch bedeutender; und enthält ein Wasser sowohl Nitrate als auch Carbonate und Sulfate, so ist seine Einwirkung auf Blei beinahe gleich Null. Dasselbe ist der Fall, nur in etwas geringerem Grade

wenn die Carbonate und Sulfate durch Chloride (Chlorcalcium) ersetzt sind. Wenn man daher auch in einem Wasser durch die Analyse einen ziemlichen Gehalt an Salpetersäuresalzen findet, so darf man die Anwendung von Bleirohren zur Leitung solchen Wassers nicht ohne weiteres als bedenklich oder gefährlich bezeichnen, sondern muß zunächst untersuchen, ob in dem Wasser nicht gleichzeitig Carbonate, Sulfate oder Chloride in genügender Menge vorkommen, um die nachtheilige Wirkung der Nitrate aufzuheben.

Bleiweißfabrikation.

Bei Ausführung der Fabrikation von Bleiweiß zeigt sich nicht selten die fatale Erscheinung, daß das gewonnene Produkt einen mehr oder minder stark hervortretenden rothen Stich hat; besonders scheint das holländische Verfahren an diesem Uebelstande zu leiden. Ueber die Ursache dieser „Rothfärbung des Bleiweißes“ wußte man sich bisher keinen genügenden Aufschluß zu geben. A. Bannow und G. Krämer*) haben der Erforschung dieses Gegenstandes ihre Aufmerksamkeit geschenkt und mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß weder die verschiedene Beschaffenheit des Bleies, welches man zur Bleiweißfabrikation benutzt, noch besondere in dem Blei vorkommende Verunreinigungen die Rothfärbung des aus dem Blei bereiteten Bleiweiß herbeiführen; auch die Verschiedenheit der zur Anwendung kommenden Essige ist ohne Einfluß, obschon der gewöhnliche, einmal destillirte Holzessig, ein sehr schlechtes Material für die Erzeugung von Bleiweiß abgiebt, während ein starker, reiner Branntweinessig von 8—10 Proc. bei weitem die günstigsten Resultate liefert. Nach Bannow und Krämer muß die Entstehung von roth gefärbtem Bleiweiß einem mangelhaften Prozesse zugeschrieben werden. Die das Bleiweiß roth färbende Substanz ist eine Bleiverbindung, welche dem Bleisuboxyde sehr nahe steht und aus Bleisuboxyd und Bleioxyd in ähnlicher Weise zusammengesetzt erscheint, wie die Mennige, die aus Bleisuperoxyd und Bleioxyd besteht, oder sich wenigstens in diese beiden Oxyde des Bleies zerlegen läßt. Das Gelb des Bleioxydes und das Braun des Hyperoxydes oder Suboxydes geben in molecularer Mischung Roth. Die Entstehung der rothen Substanz ist unschwer

*) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft in Berlin, 1872 Nr. 12.

zu erklären. Ein schlechter Gährprozeß, wie er in den Bleibeeten durch mangelhaften Luftzutritt leicht stattfinden kann, hindert die völlige Oxydation des Bleis und das Suboxyd mengt sich in stärkerem oder geringerem Grade dem erzeugten Carbonate bei, welches dadurch mehr oder minder rosa gefärbt erscheint. Es ist daher nicht unmöglich, daß unter Umständen die Folgen eines solchen Fehlers vorübergehend sind und daß die rothe Verbindung sich im Laufe der Oxydation wieder in Bleioxyd und Bleicarbonat umsetzt. Die auf der Oberfläche des Bleis beobachteten gelben Schichten, welche nichts Anderes als Bleioxyd sind, deuten diese Möglichkeit genügend an. Die oben mitgetheilten Angaben von Bannow und Krämer sind von J. Lorscheid*) bestätigt worden. Der Genannte giebt an, daß er bereits im Jahre 1865 im Auftrage eines Bleiweißfabrikanten, Untersuchungen über denselben Gegenstand angestellt habe. Die roth färbende Substanz im rothen Bleiweiß bestehe nur aus Verbindungen von Blei mit Sauerstoff unter welchen sich auch geringe Mengen von Bleisuperoxyd befinden; die Ursache der Rothfärbung müsse allerdings auf einen mangelhaften Prozeß der Bleiweißbildung zurückgeführt werden. Lorscheid glaubt, daß dieser fehlerhafte Prozeß auf einem Mangel an Kohlensäure beruhe; er hat gefunden, daß wenn man die mit einer rothen Schicht versehenen Bleiplatten zum zweiten Male der Einwirkung der Essigdämpfe und der Kohlensäure aussetzt, sich die rothe Substanz in Bleiweiß verwandelt. Wenn während des Bleiweißbildungsprozesses keine genügende Menge von Kohlensäure vorhanden ist, so kann das zunächst auf dem Blei, durch Oxydation des letzteren entstehende essigsaure Bleioxyd, nicht in Bleiweiß übergehn, die Oxydation schreitet aber trotzdem bis zu einem gewissen Punkte fort; ein Theil der Essigsäure verflüchtigt sich bei der hohen Temperatur, die sich z. B. in den Loogen bis auf 70° C. steigern kann und es entstehen die rothen und gelbrothen Bleiverbindungen.

Zink.

Das Zinkoxyd findet als Erdfarbe oder Mineralfarbe, unter dem Namen Zinkweiß eine immer vielseitigere An-

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin 1873 Nr. 1.

wendung. In neuester Zeit hat Dr. Sels dasselbe zur Herstellung eines haltbaren und der Hitze widerstehenden Anstrichs für Lampenschirme, Decken und dgl. empfohlen. Zu diesem Behufe wird feinstes Zinkweiß mit einer Natronwasserglaslösung von 40—50° B. zu einer mit einem Pinsel leicht auftragbaren, der gewöhnlichen Oelfarbe gleichen Consistenz verrieben; die anzustreichende Metallfläche putze man vorher rein und beize sie bei Zink und einigen anderen Metallen mit Salzsäure; darauf wasche man mit Wasser ab und überstreiche mehrmals mit der Zinkwasserglasfarbe, bis der Anstrich gehörig gedeckt hat. Zwischen jedem Anstrich muß man einige Zeit warten, doch dauert dies nicht lange, da die Farbe bald trocknet. Hat man größere Flächen, z. B. Zimmerdecken zu streichen, so mische man nicht zu viel Farbe auf einmal, da dieselbe durch chemische Verbindung in sich dick und trocken wird. Dieser von organischen Theilen freie Anstrich bleibt auch bei großer Hitze blendend weiß und wird nur durch mechanisch abgelagerte Staub- und Flammenrußtheile unrein; er haftet fest und ist jedem mit Oelfarbe erzielten Anstrich wegen seiner Schönheit, Haltbarkeit und Billigkeit vorzuziehen. Durch Zusatz anderer Mineralfarben kann man dem Weiß einen beliebigen Farbenton geben. Wir hatten bereits wiederholt Gelegenheit, diesen Zinkweiß-Wasserglasanstrich zur Anwendung zu bringen und haben die Angaben von Dr. Sels vollständig bestätigt gefunden. Das Weiß des Anstriches ist überraschend rein und schön und der Anstrich selbst wird sehr hart und haftet auch auf ganz glatten Metallflächen sehr gut, wenn dieselben vorher sorgfältig gereinigt worden sind.

Eisen.

Stahl und Stahlfabrikation

Während man bisher den Bessemer-Gußstahl nicht für alle Zwecke als brauchbar betrachtete und den sogenannten Tiegel-Gußstahl als unersetzbar für dieselben bezeichnete, macht sich jetzt mehr und mehr ein Umschwung in dieser Annahme bemerkbar. In einem längeren Artikel*) weist z. B. ein Ungenannter darauf hin, daß das Vorurtheil, welches zur Zeit noch in Deutschland und Oesterreich gegen den Besse-

*) Organ für den Fortschritt des Eisenbahnwesens 1872 S. 125.

merguſsstahl herrsche, in England, Belgien und Frankreich längst überwunden sei. In Frankreich würden die Chassepot-Gewehre für die französische Armee ausschließlich aus Bessemer-Gußstahl, besonders solchem von den Werken von Petin und Godet fabricirt; in Belgien habe das Bessemer-Werk der Gesellschaft John Cockerill den Tiegelgußstahl für die Gewehrfabrikation (besonders der Albini-Gewehre) gänzlich verdrängt. In England kenne man Achsen und Bandagen für Locomotiven und Tender kaum noch in einem anderen Material, als in Bessemer-Gußstahl und die London- und North-Western-Bahn besitze sogar zu Crewe ihr eigenes Bessemer-Werk mit einer jährlichen Production von circa 16000 Tonnen Bandagen, Achsen, Schmiedestücken und Schienen. In Deutschland und Oesterreich dagegen suche man das Vorurtheil gegen den Bessemer-Gußstahl von gewisser Seite absichtlich zu erhalten, um dem theueren Tiegel-Gußstahl eine Kundschaft zu bewahren und doch unterliege es keinem Zweifel, daß ein aus bestem Material dargestellter Bessemer-Gußstahl ebensogut und zu denselben Zwecken brauchbar sei, wie der aus gleich gutem Material fabricirte Tiegelgußstahl. Beide Stahlsorten könnten durch äußere Merkmale gar nicht von einander unterschieden werden; nur die chemische Analyse ergebe daß der Tiegelgußstahl stets mehr Silicium enthalte, als der Bessemergußstahl; es unterliege sogar kaum einen Zweifel, daß öfters der letztere fälschlich, aus Gewinnsucht, als Tiegelgußstahl verkauft werde.

F. Keßler*) analysirte die verschiedenen, während des Bessemerprozesses in dem diesem Prozesse unterworfenen Eisen vorkommenden Veränderungen des Gehaltes an fremden Bestandtheilen und erhielt nachstehendes Resultat:

	I	II	III	IV	V	VI
Graphit	2,52	0,14	0,04	0,01	0,00	0,00
Kohlenstoff	1,06	3,65	3,53	2,47	0,29	0,45
Silicium	1,875	1,200	0,648	0,067	0,021	0,083
Phosphor	0,100	0,106	0,096	0,097	0,109	0,104
Schwefel	0,372	0,069	0,061	0,077	0,113	0,080
Mangan	1,04	0,23	0,08	0,06	0,05	0,34

*) Dingl. Journ. Bd. 205 von 1872 S. 437.

Hierbei bezeichnet I Eisen vom Kupolofen, II Probe nach 4 Minuten, III beim Beginn der zweiten Periode IV aus der Mitte der zweiten Periode, V vor dem Einlassen des Spiegeleisens, VI das fertige Metall. Er weist auf den aus seinen Analysen deutlich ersichtlichen interessanten Umstand hin, daß die Gesammtmenge des Kohlenstoffs (in Folge der lebhaften Oxydation anderer Bestandtheile) im Anfange relativ zunehme. Erst nachdem das Silicium beinahe verschwunden sei, beginne auch der Kohlenstoff oxydirt zu werden. Der Phosphorgehalt verminderе sich in den mittleren Stadien des Prozesses einigermaßen, wogegen er im Anfange relativ und zum Schluß durch die aus der Schlacke eintretende Reduction absolut vermehrt erscheine, so zwar, daß der Phosphorgehalt des Endproduktes wieder über dem des Roheisens stehe. Der Schwefelgehalt endlich zeige im Anfange eine rapide Abnahme, doch nehme sein Gehalt von den mittleren Stadien des Prozesses bis zum Einsatze des Spiegeleisens wieder zu. Dies beruhe nur darauf, daß ein Theil des Schwefels in der Schlacke als Schwefelmetall gelöst bleibe und in den späteren Stadien aus der Schlacke in und durch das Eisen reducirt werde. Könnte man im Bessemerprozeß, wie im Frischheerde und dem Puddelofen die anfänglich sich bildenden Schlacken absondern, so würde man auch besser, als es bisher gelungen ist, schwefelhaltige Eisensorten verarbeiten können. Einen bedeutenden Einfluß auf die Verminderung des Schwefelgehaltes übe das Mangan aus; denn nur so lange als dieses Metall während des Prozesses dem Eisen entzogen werde, sinke der Schwefelgehalt. Ist aber das Eisen manganfrei geworden, so beginnt die Reduction des Schwefels aus der Schlacke und die Zunahme des Schwefels im Eisen. Nach dem Zusatze von manganhaltigem Spiegeleisen und erneuertem Blasen, nehme der Schwefelgehalt wieder ab.

Der wichtige Einfluß des Mangans auf die Gewinnung eines reinen Bessemermetalls (vgl. auch Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1870 S. 214 ff. und Jahrg. VII von 1871 S. 372 f. f.) ist übrigens auch von anderer Seite erkannt worden und der Zusatz von Spiegeleisen unmittelbar vor Beendigung des Bessemerprocesses (bei Anwendung des englischen Verfahrens), hat nicht allein den Zweck, dem während der Charge entkohlten Eisen wieder den zur Stahl-

bildung nöthigen Kohlenstoff zuzuführen, sondern das Spiegeleisen bewirkt gleichzeitig vermöge seines Mangangehaltes einen sehr werthvollen Reinigungsproceß in der geschmolzenen Eisenmasse. Man legt daher insbesondere in England, wo vorwiegend mit Koks erblasenes und daher unreineres Roheisen zum Bessemerprozeße verwendet wird, auf hoch manganhaltiges Spiegeleisen einen solchen Werth, daß es je nach seinem größeren oder geringeren Mangangehalte höher oder niedriger bezahlt wird. Wo es nur zur Kohlung von mit Holzkohle erblasenem Roheisen in Verwendung kommt, hat dagegen ein Mangangehalt von über 7 bis 10 Proc. keinen Werth mehr. Gewöhnlich wird Spiegeleisen aus Erzen erschmolzen, die von Natur aus stark manganhaltig sind und es hat sich dieser Fabrikationszweig wesentlich in Siegen concentrirt. Das Siegener Spiegeleisen mit etwa 8 Proc. Mangan hielt man in allen Bessemerhütten für einen unentbehrlichen Artikel. Nach von Hauer soll man jedoch auch aus einem Gemenge von Eisen- und Manganoxyden, das mit einem guten Reductionsmittel verschmolzen wird, Eisenmanganlegirungen in beliebigen Mengenverhältnissen dieser beiden Bestandtheile herstellen können und da hiernach ein künstliches Gemenge von Eisen- und Manganerzen ganz dieselben Dienste für die Darstellung von Manganeisen leistet, wie die natürlich vorkommenden manganhaltigen Eisenerze, so wird man vom Siegener Spiegeleisen nicht mehr durchaus abhängig sein. Nach von Hauer hat sich z. B. in neuerer Zeit die Eisenwerkgesellschaft in Jauerburg mit großem Erfolge auf die Darstellung von künstlichem Eisenmangan eingerichtet. Der dortige Hohofen für Spiegeleisen erzeuge Spiegeleisensorten von 12 bis 22 Proc. Mangangehalt in allen beliebigen Zwischenstufen und daher sei das Jauerburger Produkt, welches anfänglich mit einigem Mißtrauen im Handel aufgenommen wurde, weil es eine minder blätterige Structur, als das Siegener Spiegeleisen zeigt und mehr strahlig erscheint, zur Zeit Gegenstand eines bedeutenden Absatzes geworden und es entspreche auch in der That für den Bessemerprozeß allen Anforderungen.

In völligem Gegensatze zu den eben mitgetheilten Angaben Hauers stehen die Erörterungen von D. Forbes*) über

*) Journal of the iron and steel Institute, Februar 1872;

die Erzeugung eines manganreichen Spiegeleisens zur Verwendung beim Bessemerprozesse. Forbes bemerkt, daß die Wichtigkeit der leichten Beschaffung von Spiegeleisen für die Verwendung desselben beim Bessemerprozesse von den brittischen Stahlfabrikanten erst erkannt worden sei, als der Ausbruch des Deutsch-Französischen Krieges den Bezug dieses Artikels aus Deutschland für einige Zeit gänzlich abschnitt. Dieser Umstand habe zu dem erfolgreichen Versuche geführt, Spiegeleisen auf den Ebbw Vale Eisenwerken zu erzeugen. Spiegeleisen werde gegenwärtig in großem Maßstabe in Deutschland, Rußland und Schweden erzeugt und sonderbarer Weise seien die Erze, aus denen es reducirt werde, in jedem dieser Länder von sehr verschiedenem und besonderem Character. In Deutschland erzeuge man das Spiegeleisen nur aus manganhaltigem Spatheisenstein, in Rußland reducire man es aus eisenhaltigen Manganoxyden und in Schweden erhalte man es durch Schmelzen einer Mischung von Knebelit und manganhaltigem Granat, welche beiden Minerale combinirte Silicate von Eisen und Mangan sind. In einem Punkte stimmen, wie Forbes sich ausdrückt, alle diese Erze überein, nämlich daß die Eisen- und Manganoxyde derselben, wenn sie nicht in wirklicher Verbindung als combinirte Carbonate und Silicate auftreten, jedenfalls in einer innigen Mischung erscheinen und hierin liege einer der wichtigsten Punkte dieser Fabrikation; denn wo immer reine Manganerze der gewöhnlichen Beschickung des Hohofens zugesetzt wurden, in der Hoffnung manganreiches Spiegeleisen zu erhalten, war dies entweder ganz erfolglos oder nur ein kleiner Bruchtheil des zugesetzten Mangans verband sich mit dem Eisen, der größte Theil des Mangans wurde mit der Schlacke abgeführt. Wolle man manganreiches Roheisen erzeugen, so sei es erforderlich, das Mangan in Form einer stark eisenhaltigen Verbindung der Beschickung zuzusetzen, wodurch der Prozeß der Reduction erleichtert werde, indem eine Mischung der beiden Oxyde, — des Mangan- und des Eisenoxydes —, viel leichter in den metallischen Zustand übergeführt und somit in den Stand gesetzt werde, sich mit dem Eisen der übrigen Be-

Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1872. Nr. 23 und 24; Dingl. Journ. Bd. 205 S. 220.

schickung zu vereinigen, als dies beim Manganoxyde allein der Fall sei, welches, wenn nicht die Hitze äußerst groß und die reducirende Wirkung des Ofens vollständig sei, eine große Geneigtheit habe, in Form eines Silicates in die Schlacke überzugehen, aus der es dann gar nicht oder nur mit großer Schwierigkeit wieder erhalten werden könne. Bei der Erzeugung von Spiegeleisen sei daher besonders Folgendes zu beachten:

1. Das als Manganquelle benutzte Mineral soll selbst stark eisenhaltig sein, um die Reduction eines möglichst großen Antheils von dem darin enthaltenen Mangan zu erleichtern und sicher zu stellen.

2. Die Beschickung des Ofens soll sehr basisch sein d. h. man soll einen Ueberschuß von Kalkstein, oder besser von gebranntem Kalk anwenden.

3. Der Gang des Ofens müsse viel langsamer sein, als beim gewöhnlichen Schmelzprocesse, um der Reduction der Manganoxyde mehr Zeit zu gewähren.

4. Die Ofentemperatur sei so hoch als möglich; man verwende möglichst heißen Wind und da Koks eine stärkere Windpressung zulassen und eine größere Hitze entwickeln, so seien sie der Holzkohle bei dieser Fabrikation vorzuziehen.

In Schweden hat man erfolglos versucht, Spiegeleisen durch Zusatz von inländischen Manganoxyden (besonders von Hausmannit, welcher 72 Procent Mangan enthält) zu erzeugen. Das gewonnene Eisen habe nur 4 Procente Mangan enthalten, der Ueberschuß dieses Metalls sei unabänderlich in die Schlacke übergegangen. Aehnliche Versuche habe man, ebenfalls ohne den gewünschten Erfolg, auch in Deutschland ausgeführt. Sehr wichtig sei es übrigens, sich stets durch eine Analyse von dem im Spiegeleisen vorhandenen Mangangehalte zu überzeugen, indem Spiegeleisen, welches dem Auge anscheinend einen ganz identischen Bruch bietet, ungeheuer in seinem Mangangehalte variiren könne.

Bekanntlich ist es sehr schwierig größere Stahlmassen so zu gießen, daß sich der Guß nach erfolgtem Erstarren völlig frei von Luftblasen zeigt. Die Ursache dieses Uebelstandes beruht nach Bessemer darauf, daß der Stahl bei der außerordentlich hohen Temperatur die zu seiner Schmelzung nöthig ist, ein gewißes Quantum von Sauerstoff absorbirt und dieses

Gas erst dann wieder abgiebt, wenn er zu erstarren beginnt; in Folge dessen bleibt ein Theil des Gases im Metall zurück und bildet zahlreiche Zellen, oder sogenannte Wespennester. Bessemer glaubt, daß man luftfreie dichte und gleichmäßige Stahlgußstücke jeder Größe herstellen könnte, wenn es möglich wäre den Stahl unter hohem Drucke zu gießen; allein einer solchen Manipulation stellen sich besonders bei complicirteren Gußstücken außergewöhnliche praktische Schwierigkeiten entgegen; auch Whitworth hat unabhängig von Bessemer das Gießen unter hohem Drucke versucht und empfohlen, doch ist diese Angelegenheit trotz ihrer außerordentlichen praktischen Bedeutung noch nicht zu wirklicher praktischer Benutzung gediehen.

Die Verwerthung der Bessemerstahl-Abfälle durch Zusammenschweißen gehörte bisher zu den scheinbar unerfüllbaren Wünschen. Alle Versuche, um Abfälle von Bessemerstahl, welche sich z. B. in vielen Eisenbahnwerkstätten massenhaft ansammeln, zu verschweißen, scheiterten an dem Umstande, daß der Stahl, wenn er auf die Schweißhitze des Eisens gebracht werden soll, durch die hohe Temperatur in sehr nachtheiliger Weise verändert wird, daß er „verbrennt.“ E. Wheeler*) in Philadelphia sucht dieses Hinderniß dadurch zu beseitigen, daß er die Stahlabfälle zu Packeten vereinigt, die er mit einem möglichst luftdicht angefertigten Mantel von Stabeisen umgiebt. Auf diese Weise lassen sich Abfälle leicht schweißen und zu Schienen, Stäben oder Platten von jeder beliebigen Form und von derselben Güte und Gleichartigkeit auswalzen, wie die aus dem ursprünglichen Guße fabricirten. Es bleibt abzuwarten, ob sich dieses Verfahren als praktisch ausführbar bestätigen wird.

Der Stahl, namentlich die zum Schiffbau bestimmten Stahlplatten gewinnen nach Howell außerordentlich an Dauerhaftigkeit, wenn man sie nach ihrer Vollendung in kochendes Leinoel eintaucht.

Um Stichel und Drahtstähle, auch Bohrer diamantartig zu härten, soll man dieselben nach Schüßleder in Gößling erst zum Weißglühen erhitzen, dann

---

*) Mechanic's Magazine, Octbr. 1872, S. 282; Dingl. Journ. Bd. 206 von 1872 S. 241.

in eine Siegellackstange hineinstoßen, jedoch nur eine Sekunde lang darin lassen, an einer anderen Stelle in den Siegellack stoßen, wieder ebenso rasch als das erste Mal herausziehen und dies so oft wiederholen, bis sich der Stahl nicht mehr in das Siegellack stecken läßt und folglich abgekühlt ist. Die dadurch erzielte Härte ist diamantähnlich, so daß man mit so gehärteten Werkzeugen jeden auf die gewöhnliche Weise gehärteten Stahl mit Leichtigkeit durchbohren kann.

Als eine neue Stahlsorte wurde zu Ende des Jahres 1871 und zu Anfang des Jahres 1872, Mushet's „Specialstahl" von verschiedenen Seiten sehr empfohlen. Besonders soll sich dieser Stahl zur Bearbeitung von Stahl-Gußstücken und überall da eignen, wo die Härte des Materials die Werkzeuge schnell stumpf macht. Als hervorragende Eigenschaft dieser neuen Stahlsorte wird ferner hervorgehoben, daß dieselbe nicht gehärtet zu werden brauche, sondern schon durch leichtes Hämmern die erforderliche Härte erlange. Der Specialstahl wird durch die Titanic Steel and Iron Company, Forest Steel works, Coleford, Gloucestershire erzeugt und kann von August Pillot in London, Lombard Exchange oder von Specht und Hutzelsieder in Augsburg bezogen werden; er kostet pr. Kilogramm 24—28 Sgr., ist also bedeutend theurer als anderer Stahl. Er zeichnet sich durch seine außerordentliche Härte aus, erscheint auf dem Bruche matt silberweiß, von gleichförmigem Korn. Er läßt sich nur bei schwacher Rothgluth und unter häufigem Anwärmen schmieden; er zerspringt oder reißt, wenn man versucht ihn in Wasser abzulöschen; dagegen läßt er sich in Oel härten; man muß jedoch das ganze Stück und nicht bloß das zu härtende Ende gleichmäßig erwärmen und ihn dann langsam in das Oelbad tauchen. Ein zu plötzliches Ablöschen veranlaßt das Reißen oder Zerbrechen des Stückes. Wegen seiner Härte kann dieser Stahl nicht für Meißel oder Stücke, welche einen Stoß empfangen müssen verwendet werden, ebenso untauglich ist er zu Fabrikation der eigentlichen Schneidwerkzeuge, weil er zu leicht ausbricht und schartig wird. Ganz vorzüglich soll er sich dagegen zur Herstellung der nöthigen Werkzeuge für Hobelmaschinen, sowie zum Abdrehen von stählernen Radbandagen und dgl. eignen. Der Specialstahl hat in den betheiligten Kreisen vermöge der ihm vorausgesandten

Anpreisungen großes Aufsehen erregt. Als sich jedoch ergab, daß derselbe nichts anderes ist, als ein Wolframstahl, so wurde der Enthusiasmus für die angeblich neue Stahlsorte bedeutend abgekühlt. Heeren fand im Specialstahl außer anderen unwesentlichen Beimischungen 8,3 Proc. Wolfram, und 1,73 Proc. Mangan; Gintl fand darin 8,741 Proc. Wolfram, — 2,480 Proc. Mangan, — 0,759 Proc. Silicium, — 0,386 Proc. Kohlenstoff, — 0,009 Proc. Phosphor und 0,018 Proc. Schwefel; auch Gruner wies einen Gehalt von 8 Proc. Wolfram in diesem Stahle nach. So sehr nun auch von manchen Sachverständigen der Specialstahl zu den bereits angedeuteten Anwendungen empfohlen wurde, so sehr wurden gleichzeitig von anderen Sachverständigen die gepriesenen Eigenschaften dieses Stahls bestritten und es scheint in der That, daß derselbe keineswegs den Erwartungen entspricht, die man in Rücksicht auf seinen hohen Preis und die vielen Empfehlungen zu hegen berechtigt ist. Besonders ungünstig waren die Resultate von Versuchen, die auf Veranlassung des Prof. Fr. Kick in Prag ausgeführt wurden und in jüngster Zeit ist dieses ungünstige Urtheil auch von Prof. Th. Kellerbauer bestätigt worden, welcher letztere sich dahin ausspricht, daß der Specialstahl als Werkzeugstahl keine große Zukunft haben werde, wenigstens so lange es nicht glücke, die Qualität desselben so abzuändern, daß er die störendste Eigenschaft, das Zerspringen bei zu kaltem Schmieden verliere; und daß der so sehr hervorgehobene Vorzug, daß der Specialstahl nicht gehärtet werden müsse, weil er an sich schon außerordentlich hart sei, bei genauer Erwägung keine besondere praktische Bedeutung habe.

Die Entstehung des hämmerbaren Gußeisens, dessen Darstellung in den früheren Jahrgängen mehrfach erörtert worden ist (vgl. dieses Jahrbuch, Jahrg. I S. 285; III S. 366; V S. 323; VI S. 213; VII S. 369 und VIII S. 295), wird zwar allgemein als auf einer Entkohlung des Gußeisens beruhend, betrachtet. Es fehlte jedoch bisher noch der analytische Nachweis der Richtigkeit dieser Annahme Diese Lücke in unserer Kenntniß des genannten Materials ist nun durch Untersuchungen von Russel Davenport*) er-

*) Mechanic's Magazine, November 1872 S. 392; Dingl. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 51.

gänzt worden. Davenport hat nämlich mehrere Gußstücke vor dem Glühen d. h. vor ihrer Umwandlung in hämmerbares Gußeisen, sowie nach dem Glühen, also nach erfolgter Umwandlung und sogar nach einem zum zweiten Male wiederholten Glühen analysirt und dazu Stücke eines recht guten Holzkohleneisens von ungefähr 1/4″ Stärke verwendet; das ungeglühte Gußeisen erschien auf dem Bruche weiß, da in demselben sämmtlicher Kohlenstoff im gebundenen Zustande enthalten war, was nach Davenport nöthig ist, um brauchbares hämmerbares Gußeisen zu gewinnen. Die geglühten Gußstücke zeigten beim Zerschlagen im Durchschnitt die gewöhnliche Festigkeit des hämmerbaren Gußeisens und nach dem zweiten Glühen erschien diese Festigkeit nicht wesentlich vermindert. Die Resultate der ausgeführten Analysen ergeben sich aus Nachstehendem:

Gußstück Nr. 1

	Vor dem Glühen im Mittel	Nach dem ersten Glühen im Mittel	Nach dem zweiten Glühen im Mittel
Silicium	0,445 Proc.	0,438 Proc.	0,449 Proc.
Phosphor	0,315 „	0,327 „	0,315 „
Mangan	0,529 „	0,585 „	0,525 „
Schwefel	0,059 „	0,067 „	0,083 „
Ges.-Kohlenstoff	3,430 „	1,510 „	unter 0,100 „

Gußstück Nr. 2

	Vor dem Glühen im Mittel	Nach dem ersten Glühen im Mittel	Nach dem zweiten Glühen im Mittel
Silicium	0,585 Proc.	0,614 Proc.	0,614 Proc.
Phosphor	0,280 „	0,290 „	0,295 „
Mangan	0,585 „	0,616 „	0,575 „
Schwefel	0,105 „	0,147 „	0,162 „
Ges.-Kohlenstoff	3,480 „	0,430 „	unter 0,100 „

Aus diesen Analysen ergiebt sich nun: 1. Daß der Gehalt des verwendeten Roheisens an Silicium, Phosphor und Mangan durch den Glühprozeß in keiner Weise beeinflußt wird; 2. daß sich der Schwefelgehalt nicht vermindert, sondern daß derselbe im Gegentheil um ein Geringes zunimmt und 3. daß der Kohlenstoffgehalt durch wiederholtes Glühen so vermindert wird, daß zuletzt nur noch eine Spur davon zurück bleibt.

Die geringe Zunahme des Schwefelgehaltes rührt wahr-

scheinlich von einem Schwefelgehalte der als Brennmaterial benutzten Steinkohle her. Interessant ist ferner, daß während beim Roheisen der Bruch, wie schon erwähnt, gleichmäßig weiß erscheint, derselbe nach dem ersten Glühen nur von außen auf eine Tiefe von ungefähr 1/16″ weiß erscheint, während sich inwendig ein deutlich begrenzter dunkler gefärbter, fast schwärzlicher Kern zeigt. Hieraus ergiebt sich, daß aus einem Gußstücke von nicht viel über 1/8″ Stärke durch den gewöhnlichen Glüh- oder Temperprozeß, der Kohlenstoff beinahe aus der ganzen Masse entfernt wird, wogegen seine Abscheidung bei größerer Stärke des Gußstückes sich nur bis auf eine gewisse Tiefe von der Oberfläche aus erstreckt, durch Wiederholung des Prozeßes jedoch weiter getrieben werden kann. Im Innern eines dicken Gußstückes, wo die Menge des Kohlenstoffs jedenfalls nur theilweise vermindert ist, befindet sich der zurückgebliebene Antheil des Kohlenstoffs nicht mehr im gebundenen, sondern im graphitischen Zustande; denn während das Eisen vor dem Glühen weiß und sehr hart ist, erscheint es nach dem Glühen auf dem Bruche mit dunkelgrauem Kerne und ist ganz weich. Sein Verhalten gegen Salpetersäure führt zu demselben Schluße, indem sich das weiße ungeglühte Roheisen in diesem Reagens nach mehrstündiger Einwirkung desselben in der Kälte vollständig auflöst und der Lösung dieselbe braune Färbung ertheilt, welche man beobachtet, wenn Stahl von feiner Sorte so behandelt wird; der dunkle Kern, das sogenannte „Herz“ des geglühten Stücks dagegen, giebt eine schmutzig grüne Lösung unter Zurücklassung eines schwarzen kohligen Rückstandes. Endlich macht Davenport noch darauf aufmerksam und sucht dies ebenfalls durch Analysen zu beweisen, daß die geringe Zähigkeit oder Festigkeit, welche häufig als Fehler des hämmerbaren Gußeisens auftritt, zwar in manchen Fällen durch die schlechte Qualität des angewandten Roheisens bedingt wird, namentlich durch einen etwas hohen Phosphor- und Schwefelgehalt, während der Siliciumgehalt ohne Nachtheil bis auf 0,7 Proc. steigen kann; doch kommen auch Fälle vor, wo nach Anwendung guten Roheisens doch ein sprödes hämmerbares Gußeisen gewonnen wird, und zwar ist letzteres in diesen Fällen krystallinisch; seine Structur giebt sich dann auf dem Bruche durch glänzende krystallinische Flächen zu erkennen.

Von besonderem Interesse für die Theorie der Entstehung des hämmerbaren Gußeisens, ist auch die von Sterry Hunt*) entdeckte Thatsache, daß wenn man Gußeisenplatten von 1/2" bis 3/4" Stärke mit Quarzsand so in Kästen verpackt, daß die Luft zutreten kann und dann mehrere Wochen hindurch zum Rothglühen erhitzt, das Gußeisen nach Verlauf dieser Zeit in hämmerbares Eisen (Stab- oder Schmiedeeisen) umgewandelt wird. Dabei bilden die Verunreinigungen des angewandten Gußeisens schmelzbare Schlacken, können also bei diesem Verfahren in flüssiger Form abgeschieden werden, indem sie gewissermaßen aus den Poren des Eisens ausschwitzen. Bei diesem Prozesse wird die Entkohlung des Roheisens durch den Sauerstoff der Luft bedingt, statt wie bei der gewöhnlichen Darstellung des hämmerbaren Eisens, durch den Sauerstoff des Eisenoxydes. Hunt hält es für rathsam, zur Fabrikation des hämmerbaren Eisens solche Eisensorten zu wählen, welche unter übrigens gleichbleibenden Verhältnissen, am wenigsten Silicium enthalten; denn in Folge der Oxydation dieses Elements muß ein Antheil Kieselsäure oder Eisensilicat entstehen, welches, in der Metallmasse vertheilt zurückbleibt und daher deren Gleichartigkeit und Festigkeit beeinträchtigt.

Nach Hunt kommt gegenwärtig unter dem Namen „run steel" ein hämmerbares Gußeisen in den Handel, dessen äußere Rinde durch Cementiren in Holzkohlenpulver zu Stahl umgewandelt worden ist. In dieser Weise ist es möglich, eine Schiene zu erzeugen, welche in der Mitte aus Gußeisen und außen aus Rohstahl besteht, während zwischen beiden sich eine Schicht von Stabeisen befindet.

Als Vereinfachung der Feuervergoldung des Eisens ꝛc. empfiehlt Apotheker W. Kirchmann die Oberfläche des Eisens mit Natriumamalgam einzureiben, hierauf Goldchlorid in concentrirter Lösung auf die amalgamirte Fläche rasch aufzutragen und das Quecksilber vor der Lampe oder auf dem Heerde zu verjagen. Durch Anwendung von Silber- oder Platinsalz erhalte man ähnliche Resultate. Dieses Verfahren ist jedoch keineswegs neu, sondern nur eine Modification des bereits im

*) Engineering and Mining Journal, Juli 1872, S. 19; Dingl. Journ. Bd. 205 von 1872, S. 330

Jahre 1867 von Cailletet empfohlenen Vergoldungsverfahrens mit Natriumamalgam (s. Jahrg. III d. Jahrb. S. 332).

Aluminium.

Choralumpräparate. Bereits im vorigen Jahrg. VIII dieses Jahrb. S. 301, theilten wir die Resultate der Untersuchungen von A. Fleck über diese als Desinfectionsmittel empfohlenen Präparate mit. Neuerdings hat nun auch Alexander Müller*), wie es scheint ohne Kenntniß der Fleck'schen Untersuchungen, zwei dieser Präparate analysirt und da die Resultate der Analysen von Müller von denjenigen Flecks ziemlich abweichen, mögen dieselben in Nachstehendem eine kurze Erwähnung finden. 1. Das Chloralum ist eine dünne Flüssigkeit von hell oelgelber Farbe, von schwachem an rohe Salzsäure erinnerndem Geruch und von mäßig saurer Reaction. Es besteht aus 19,1 Proc. von in Wässer gelösten wasserfrei gedachten Bestandtheilen und aus 80,9 Proc. Wasser. Die 19,1 Proc. der festen Bestandtheile sind: 16,0 Proc. Chloraluminium, — 1,7 Proc. Chlorcalcium (bez.-Magnesium), — 0,1 Proc. schwefelsaure Alkalien und 1,2 Proc. Salzsäure. — 2. Das Chloralumpulver erscheint als weiße lockere, chlorkalkähnliche aber geruchlose Masse, bestehend aus: 20,9 Proc. Wasser, — 40,7 Proc. von in Wasser löslichen Salzen (13,4 Proc. Chloraluminium; 4,1 Proc. schwefelsaurer Thonerde; 9,1 Proc. schwefelsaurem Kalk und 14,1 Proc. schwefelsaurem Natron), — 15,5 Proc. von in Salzsäure löslicher Thonerde und 22,9 Proc. von in Salzsäure unlöslichen Bestandtheilen (13,5 Proc. Kaolin wasserfrei gedacht und 9,4 Proc. freier Kieselsäure)

Ultramarin. — C. Fürstenau**) macht auf eine Verfälschung des Ultramarins aufmerksam, welche sehr sinnreich ist und eines besseren Zweckes würdig wäre. Nach Fürstenau kommen nämlich seit einigen Jahren Ultramarinsorten im Handel vor, welche, bei ziemlicher Dunkelheit, doch sehr billig verkauft werden. Diese Sorten nun sind fälschlich mit Weiß gemengt, obschon dies wenig bemerkbar ist. Reibt man davon eine kleine Menge mit dem Messer auf Papier und legt dann das verriebene Muster auf

*) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft zu Berlin 1872 S. 11.
**) Dingl. Journ. Bd. 205 von 1872 S. 130.

das ursprüngliche, so erscheint es als ein schmutziger heller Fleck und dieses helle Pulver, ist auch die eigentliche Farbe. Da sich dies jedoch ohne Probe nicht erkennen läßt, so bemerkt der Käufer gewöhnlich erst beim Verbrauche, daß er betrogen ist. Die Fabrikation dieser gefälschten Ultramarinsorte geschieht in folgender Weise: Nicht allzugrober Ultramarin wird durch 2 bis 3 maliges Sieben mit einem Quantum eines weißen Körpers gemischt, welcher die Eigenschaft besitzt, mit Wasser angefeuchtet durchscheinend zu werden und sich etwas in Wasser zu lösen (dies thut gemahlener krystallisirter schwefelsaurer Kalk, also gemahlener Alabaster, Fasergyps, Marienglas). Das gut gesiebte Gemenge wird nun mittelst einer ganz feinen Brause möglichst gleichmäßig angefeuchtet und durchgeschaufelt, bis es sich eben in der Hand ballt und kein trockenes Pulver mehr zu sehen ist. Man läßt es nun 3—4 Stunden stehen, siebt die ganze Masse durch ein mittelfeines Sieb, bedeckt sie mit feuchten Tüchern und läßt sie abermals 1 bis 2 Tage stehen. Endlich trocknet man die Waare bei mäßiger feuchter Wärme, je langsamer desto besser. Das erhaltene Produkt ist noch körnig und muß durch einen Cylinderbeutel mit innerem beweglichen Chasseur gebeutelt, aber nicht auf einer Bürstmaschine durchgebürstet werden. Trocknen bei einer Temperatur, welche das aufgenommene Wasser nicht wieder vollkommen entfernt, ist die Hauptsache. Die Körnchen des Weiß müssen durchscheinend bleiben und der durch die Gypslösung sich anhängende feinste Ultramarinstaub soll durch zu rauhes Sieben nicht wieder vom Weiß abgerieben werden. Beachtet man diese Vorsichtsmaßregeln, so erhält man Gemenge von Weiß und Ultramarin, welche, da sich das Weiß im feuchten Zustande nicht geltend macht, im Verhältniße zu ihrem Preise sehr vortheilhaft aussehen.

Im vorigen Jahrg. VIII S. 309 theilten wir die interessanten Erörterungen von W. Stein über die Constitution des Ultramarins mit. C. Unger*) hält die Annahme, daß der Ultramarin Schwefelaluminium oder Schwefelnatrium oder ein polythionsaures Natron enthalte für sehr zweifelhaft, glaubt dagegen daß eine Stickstoff und Schwefel haltende Verbindung die Ursache der blauen Farbe sei und überrascht mit der Mittheilung, daß er im künstlichen Ultramarin 5,5 Proc. Stickstoff

---

*) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft zu Berlin 1872 Nr. 17.

gefunden habe. Ein näheres Eingehen auf die Angaben Unger's würde überflüssig sein, da dieselben höchst wahrscheinlich auf einem Irrthum beruhen. Der künstliche Ultramarin ist von vielen und bedeutenden Chemikern untersucht worden, aber keiner hat in demselben Stickstoff als Bestandtheil aufgefunden und doch müßte ja der Stickstoff, wenn er vorhanden gewesen wäre, gefehlt haben in dem Gesammtresultate der Analyse. Außerdem hat W. Morgan*), welcher auf Grund der Behauptung Unger's den Ultramarin mit größter Sorgfalt auf einen Stickstoffgehalt untersuchte, keinen Stickstoff oder wenigstens nur geringste Spuren davon darin auffinden können.

Magnesium.

Natürliche schwefelsaure Magnesia „Kieserit". Nach H. Grüneberg. In dem Staßfurter Abraumsalz finden sich ungefähr 12 Proc. von schwefelsaurer Magnesia $= MgS\Theta_4, H_2\Theta$, welche sich von dem im Handel vorkommenden Bittersalz $= MgS\Theta_4, 7H_2\Theta$ oder der gewöhnlichen schwefelsauren Magnesia dadurch unterscheidet, daß sie im Wasser schwerlöslich ist. Man gewinnt daher diese schwefelsaure Magnesia, welche gewöhnlich Kieserit genannt wird, dadurch, daß man das Abraumsalz mit Wasser extrahirt, wobei sich die löslichen Salze auflösen, und daß man den zurückbleibenden noch unreinen Kieserit durch Schlämmen von dem größten Theile der anderen denselben begleitenden Substanzen trennt, also ziemlich rein darstellt. Da nun jährlich mehrere 100,000 Ctr. Kieserit gewonnen werden, so erscheint es sehr wichtig, Anwendungen für diesen Körper zu erfinden, welche einen, der Gewinnung des Materials entsprechenden Verbrauch veranlassen, was bis jetzt noch nicht der Fall ist. Wohl benutzt man den Kieserit bereits zu mannigfachen Zwecken; doch reicht diese Benutzung noch nicht hin, um einen großartigen Verbrauch des Materials zu sichern. So benutzt man den Kieserit zur Zeit zur Darstellung von schwefelsaurem Kali, sowie von Bittersalz; ferner in England in verhältnißmäßig bedeutenden Quantitäten in den Baumwoll-Appreturanstalten zum soge-

*) Berichte der deutschen chem. Ges. 1873 Nr. 1.
**) Dingl. Journ. Bd. 206 von 1872 S. 465.

nannten „Beschweren" der Gewebe; ferner in Staßfurt selbst, im Winter, zur Fabrikation eines von den Glashütten, weil es eisenfrei ist, sehr geschätzten krystallisirten Glaubersalzes; ferner in den Blanc-fixe-Fabriken statt Schwefelsäure zur Zersetzung des Chlorbaryums; auch in der Landwirthschaft als Ersatzmittel des Gypses zur Kleedüngung; auch könnte man den Kieserit zur Alaunfabrikation verwenden; aber alle diese Anwendungen zusammen genügen noch nicht. Nach Grüneberg kann man aus dem Kieserit auch eine Art von Cement darstellen, welcher einer massenhaften Verwendung fähig sein soll. Zu diesem Behufe vermische man 2 Aeq. Kieserit mit 1 Aeq. Kalkhydrat oder 3 1/2 Gewichtstheile des ersteren mit 1 Gewichtstheil des letzteren, unter Wasserzusatz zu einer breiförmigen Masse. Diese erstarrt unter Erwärmung und wird sodann einer ziemlich heftigen Glühhitze ausgesetzt und von Neuem gepulvert. Das so gewonnene Pulver, welches Kieseritcement genannt werden könnte besitzt die wichtige Eigenschaft, rasch zu einer marmorähnlichen, festen Masse zu erhärten, welche sich poliren läßt und auch der Feuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade widersteht. Grüneberg glaubt, daß sich der Kieseritcement besonders eignen würde zur Herstellung von architektonischen Verzierungen im Innern der Gebäude, ebenso für Flurbelegplatten u. dgl.

Calcium.

Cement. — A. R. Schulatschenko*) erörtert in einer längeren lesenswerthen Abhandlung die verschiedenen Ansichten über das Vorkommen und das Verhalten des sogenannten basisch kohlensauren Kalks in gewissen hydraulischen Cementen und sucht diese Frage durch die Mittheilung der Ergebnisse eigener Untersuchungen zum Abschlusse zu bringen. Wir können aus dieser Abhandlung im Nachstehenden nur einige Hauptpunkte hervorheben: So sehr man einestheils anerkennen muß, daß die Kohlensäure auf den Verlauf des Erhärtungsprozesses, sowohl des hydraulischen als der Luftmörtel, einen sehr wichtigen Einfluß ausübt, so bestimmt läßt sich anderntheils nachweisen, daß dieser Einfluß nicht durch die in manchen Cementen enthaltene Kohlensäure herbei-

*) Dingl. Journ. Bd. 205 von 1872 S. 335.

geführt wird, sondern nur allein durch die von außen wirkende, in der Luft oder im Wasser vorkommende Kohlensäure. In den Luftmörteln, deren Erhärtungsprozeß hauptsächlich in der Wasserverdunstung aus dem Kalkhydrate besteht, vermehrt die Kohlensäure, die vom Mörtel aus der umgebenden Luft absorbirt wird, die Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Mörtels, indem sie die Bildung eines festen, in Wasser unlöslichen kohlensauren Kalks ermöglicht. Wenn auf der Oberfläche des hart gewordenen Kalkmörtels keine unauflösliche Schicht von kohlensaurem Kalk entstanden wäre, so würde der Mörtel sehr leicht unter dem Einflusse der atmosphärischen Feuchtigkeit und des Regens aufweichen und sehr bald in einen völlig untauglichen Zustand gerathen. Eine noch wichtigere Rolle spielt die Kohlensäure beim Erhärtungsprozesse hydraulischer Mörtel. Die in Wasser schwer löslichen Kalk- und Thonerdesilikate und deren Hydrate, deren Erzeugung eben den Erhärtungsprozeß dieser Mörtel ausmacht, bilden sich in der Mehrzahl der Fälle langsam und sind gegen Wasser, besonders gegen Meerwasser daher nicht ganz unempfindlich. Das Meerwasser enthält Salze in Lösung, von denen einige, wie z. B. das Chlormagnesium in chemische Wechselwirkung mit Kalk- und Thonerdesilicaten treten, hierdurch eben die Bildung der letzteren im hydraulischen Mörtel behindern und folglich dessen Erhärtungsprozeß stören können; aber auch das Wasser selbst, obschon es zur Erhärtung der Cemente nöthig ist, kann, wenn große Quantitäten davon fortdauernd auf den Cement einwirken, als Ursache der Zerstörung des Cements erscheinen, weil, wie schon erwähnt, die Silicate des Kalks und der Thonerde im Wasser nicht völlig unlöslich sind. Allein gerade diese schädlichen Einwirkungen der Seesalze und großer Wassermengen auf den Cement, werden durch die Kohlensäure paralysirt. Die Kohlensäure, welche, wenn auch in unbedeutenden Mengen, immer im Wasser aufgelöst vorhanden ist, verbindet sich wegen ihrer Verwandtschaft zum Kalk, theils mit freiem, im hydraulischen Mörtel stets vorhandenem Kalkhydrat, theils mit dem an Kieselsäure gebundenem Kalk. In beiden Fällen bildet sich kohlensaurer Kalk, im letzteren jedoch mit Ausscheidung von Kieselsäure. Diese Bildung eines völlig unlöslichen kohlensauren Kalks auf der Oberfläche der Mörtel, begünstigt in hohem Grade den Erhärtungsprozeß. Indem der kohlensaure Kalk zusammen mit ausgeschiedener Kieselsäure und

den ungelösten Silicaten, eine unlösliche, feste, vom Wasser schwer zu durchdringende Schicht bildet, welche den Zutritt großer Mengen von Wasser ins Innere der Massen erschwert, stellt derselbe, nach dem treffenden Ausdruck Rivot's, so zu sagen eine Blendung her, unter deren Schutz die Bildung von Silicat-Hydraten des Kalks und der Thonerde, welche so wesentlich für den Erhärtungsprozeß der hydraulischen Mörtel ist, ungehindert vor sich gehen kann. Es geht daraus genügend hervor, daß diese Wirkung, wie Eingangs erwähnt wurde, nur durch von außen zutretende Kohlensäure herbeigeführt werden kann.

Von verschiedenen Seiten ist jedoch die Ansicht vertreten worden und wird zum Theil noch vertreten, daß auch ein eigentlicher Gehalt an Kohlensäure den Werth eines Cementes erhöhe. Diese Annahme wird schon dadurch widerlegt, daß die besten hydraulischen Mörtel, z. B. die sogenannten Portlandcemente, oft kaum 1 Proc. oder höchstens 2—3 Proc. Kohlensäure enthalten, welche auf den Werth des betreffenden Cements durchaus keinen Einfluß ausübt. Es werden allerdings auch gegenwärtig noch, z. B. zu Villeneuve in Frankreich und Roché in Rußland, hydraulische Cemente fabricirt, die bis 19 Proc. Kohlensäure enthalten, aber durchaus nicht zu den besten Cementen gehören. Zur Fabrikation dieser Cemente verwendet man thonhaltige Kalksteine, die man jedoch nur unvollständig brennt, so daß nicht alle im Kalksteine enthaltene Kohlensäure durch die Hitze ausgetrieben wird und dies geschieht unter der bestimmten Voraussetzung daß sich hierbei eine besondere Verbindung zwischen Kalk und Kohlensäure bilde, der sogenannte basisch kohlensaure Kalk $= CaCO_3 + CaO$ und daß dieser die eigentliche Ursache der Erhärtungsfähigkeit der betreffenden Cemente sei. Schulatschenko erklärt diese Annahme als völlig irrig und liefert den Beweis, daß ein basisch kohlensaurer Kalk von der oben mitgetheilten oder einer ähnlichen Zusammensetzung, überhaupt gar nicht existirt und daß sich also Kalk- und Kohlensäure gar nicht zu einem basischen Salze mit einander vereinigen können. Das was man als basisch kohlensauren Kalk bezeichnet, ist nach Schulatschenko nichts als ein Gemenge des gewöhnlichen kohlensauren Kalks mit Aetzkalk; ein solches Gemenge zeigt aber im reinen Zustande durchaus keine hydraulischen Eigenschaften, kann also auch nicht die Ursache des Hartwerdens derjenigen Cemente sein, welche eine

bemerkenswerthe Menge davon enthalten. In diesen Cementen wird das Erhärten gleich wie bei den Portlandcementen nur durch die aus dem Thongehalte des Kalksteins stammende Thonerde und Kieselsäure bedingt.

Kalium und Natrium.

Aetzkali und Aetznatron. Durch W. Helbig*) in Heinrichshall bei Gera, ist die in den Sodafabriken bisher üblich gewesene Methode zur Darstellung des Aetznatrons oder der sogenannten caustischen Soda, durch nachstehendes Verfahren wesentlich verbessert worden. In den meisten Sodafabriken wird das Aetznatron aus den beim Versieden der rohen Sodalaugen bleibenden Mutterlaugen gewonnen. Sowohl diese, als auch die ätzenden Laugen, welche aus Sodalaugen mittels Aetzkalk dargestellt worden sind, enthalten neben Aetznatron als Verunreinigungen kohlensaures Natron, Cyanverbindungen und Schwefelverbindungen, welche letzteren besonders zu beseitigen sind, um aus diesen Laugen eine verkäufliche Waare zu erzielen. Zu diesem Zwecke benutzte man früher mit Erfolg nur den Salpeter, welchen man zusetzte und der bei geeigneter Temperatur das Schwefelnatrium zu schwefelsaurem Natron oxydirt, welches nicht nachtheilig erscheint. W. Helbig empfiehlt nun, die ätzenden Laugen wie sie sind in den nämlichen Apparaten, die man bisher benutzt hat, d. h. in Gußeisenkesseln einzudampfen. Hierbei tritt nun zunächst ein Concentrationsgrad ein, wobei sich die in den Laugen enthaltenen Cyanverbindungen unter Aufschäumen und Ammoniakentwicklung, sowie Abscheidung von Graphit zersetzen; dann fällt der Schaum, und der Inhalt des Kessels wird dickflüssig. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so feuert man stärker, bringt die Masse zum Rothglühen, wobei sie dünnflüssiger wird und bedeckt den Kessel mit einem Blechdeckel, welcher in der Mitte einen kleinen Blechkamin trägt und daneben eine Oeffnung hat zur Aufnahme eines Eisenrohres, das bis auf den Boden des Kessels hinabreicht und durch welches vermittelst einer Pumpe Luft in die geschmolzene Masse getrieben wird. Der ausgeschiedene Graphit schwimmt hierbei auf

*) Dingl. Journ. Bd. 206 von 1872 S. 375.

der Oberfläche und kann abgeschöpft werden, oder man läßt ihn mit verbrennen. Die Oxydation der Schwefelverbindungen beginnt sofort und wird durch zeitweise genommene Proben nach dem Aussehen controllirt. Das Einblasen der Luft erfolgt so stark, daß die Masse in starkes Wallen kommt und wird fortgesetzt, bis fast aller Schwefel oxydirt ist oder bis er vollständig oxydirt ist, je nachdem man ein rein weißes oder bläuliches Produkt erzielen will. Dann entfernt man, während der Inhalt des Kessels noch rothglühend ist, das Feuer, schließt den Schieber, läßt einige Stunden klären und schöpft hernach die caustische Soda wie gewöhnlich aus. Damit sich die Luft die man zubläst, gut vertheilt, wird die eigentliche Mündung des eintauchenden dickwandigen Luftrohres verschlossen und nur seitlich werden vier kleine Oeffnungen angebracht.

Tessié du Mothay hat sich für Frankreich mehrere Methoden zur Darstellung von Aetzkali oder -Natron, theils aus den entsprechenden schwefelsauren Salzen, theils aus den entsprechenden Sulfiden (Schwefelkalium, Schwefelnatrium) patentiren lassen. Aus den kurzen, bisher bekannt gewordenen, Mittheilungen hierüber läßt sich jedoch ein besonderer praktischer Werth dieser Methoden nicht erkennen, weshalb wir uns wenigstens vorläufig noch nicht veranlaßt sehen, näher hierauf einzugehen.

Sodafabrikation.

Wie wir bereits im vorigen Jahrg. VIII dieses Jahrbuches S. 329 mittheilten, hat A. Scheurer-Kestner nachgewiesen, daß die bei der Sodafabrikation nach Le Blanc's Verfahren stattfindenden Natriumverluste zum größten Theile von der Entstehung unlöslicher Natriumverbindungen, welche beim Auslaugen in den Rückständen bleiben, herrühren. A. Scheurer Kestner hat neuerdings*) diesen Gegenstand einer ferneren Prüfung unterworfen, wobei es ihm gelungen ist, die Hauptursache der Bildung unlöslicher Natriumverbindungen und damit das Mittel zu finden, um diese Verluste auf ihr Minimum zu beschränken. Nach dem Genannten ist es nämlich das Calciumoxyd, welches sich beim Auflösen der Rohsoda in Wasser hydratisirt, auf das aufgelöste kohlensaure Natron reagirt und einen gewissen Antheil von Natronver-

*) Comptes rendus, Bd. 75 von 1872, S. 1184; Dingl. Journ. Bd. 206 S. 377.

bindung unlöslich macht. Um daher Verluste an Natrium möglichst zu vermeiden, hat man nur nöthig, die Menge des zur Fabrikation angewendeten Kalksteins zu reduciren, wenigstens so weit es die Qualität der zu fabricirenden gereinigten Soda gestattet. Diejenige Rohsoda wird also die besten Erträge an löslichen Salzen geben, welche, nachdem sie genügend erhitzt worden, so daß dadurch eine starke Entwicklung von Kohlenoxyd veranlaßt ist, den geringsten Ueberschuß von Kalkstein resp. Calciumoxyd enthält, wenn sie aus den Ofen herausgezogen wird.

Von großer Wichtigkeit ist die Mittheilung von H. A. Smith,*) daß die aus arsenhaltigen Kiesen dargestellte und in Folge dessen selbst arsenhaltige Schwefelsäure, wenn dieselbe zur Fabrikation von Soda verwendet wird, zwar ein arsenfreies kohlensaures Natron liefert, dagegen ihren Arsengehalt größtentheils auf die entweichenden Salzsäuredämpfe überträgt, ohne daß es gelingt, alles Arsen, welches mit diesen Dämpfen entweicht, in den Condensationsthürmen zurückzuhalten. Wird nämlich das zur Sodagewinnung bestimmte Kochsalz, behufs seiner Umwandlung in Glaubersalz, in der üblichen Weise mit arsenhaltiger Schwefelsäure behandelt, so entsteht aus dem vorhandenen Arsen Chlorarsen ($AsCl_3$). Diese Reaction ist längst bekannt, hat also nichts Auffallendes; nun nimmt man aber allgemein an, daß sich Chlorarsen in Berührung mit Wasser leicht und vollständig zu arseniger Säure und Salzsäure zersetzt; man sollte daher erwarten, daß, wenn die Chlorarsendämpfe in Begleitung von Salzsäuredämpfen die Condensationsthürme durchströmen, woselbst sie der Einwirkung des Wassers ausgesetzt sind, alles Chlorarsen sich zersetzen und das durch den Condensationsthurm fließende Wasser die daraus entstandene arsenige Säure vollständig aufnehmen werde, daß also das aus den Thürmen entweichende Gas keine Spur mehr von dem ursprünglich vorhandenen Arsen enthalte. Nach H. A. Smith ist jedoch diese Voraussetzung nicht richtig; im Gegentheil, es entgehe in den Condensationsthürmen eine beträchtliche Menge des Chlorarsens der Einwirkung des Wassers

*) Chemical News, vol. 26, pag. 176 von 1872; Dingl. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 141.

und entweiche mit einem sehr geringen Antheil des Salzsäuregases unzersetzt in den Schornstein.

Ein, in dem etwa 20 Fuß langen, vom Glaubersalzofen zu den Condensationsthürmen führenden Zugcanale gefundener Absatz, sowie die in den Thürmen selbst enthaltenen Koks, ferner das Gas aus dem zum Schornstein führenden Zuge und der aus dem Schornstein entweichende Rauch, wurden von Smith sorgfältig auf Arsen geprüft und gefunden, daß alle diese Produkte arsenhaltig sind. In dem Absatze, der sich in dem vom Glaubersalzofen zum Condensationsthurme führenden Canale bildet, fand Smith im Mittel von 9 Analysen 43,434 Prc. arsenige Säure. Der Zugcanal, welchem der Absatz entnommen worden, war mehrere Jahre hindurch in Thätigkeit gewesen. Die Koks aus Koksthürmen, welche etwa 1 Jahr im Betriebe gewesen waren, enthielten, wie Smith angiebt, im Mittel von 3 Analysen 2,886 Proc. arsenige Säure. Aus dem Koksthurme entweichen pr. Stunde 31722 Cubikfuß engl. (=1118 Cubikmeter) Luft durch einen Canal in den Schornstein; es wurden davon zu jeder Analyse 500 Cubikf. engl. =17,62 Cubikmeter verwendet und im Mittel von 12 Analysen gefunden, daß 1000 Cubikfuß dieser Luft 0,158 Grains arsenige Säure (oder 1000 Cubikmeter 0,29 Gramme) enthielten und daß mit dieser Luft pr. Stunde 5,012 Grains (=0,325 Gramme) oder pr. Tag 115,134 Grains (=7,462 Gramme) arsenige Säure entweichen. In Proben von Luft, welche zehn Fuß über der Sohle des Schornsteins aufgefangen worden, fand Smith noch in 1000 Cub. Fuß engl. 0,086 Grains (oder in 1000 Cub. Meter 0,158 Gramme) arsenige Säure. Wenn sich diese sehr überraschenden Angaben bestätigen, so können unter Umständen die Sodafabriken wegen dieser arsenhaltigen, in die Luft entweichenden Dämpfe für die Umgebung sehr gefährlich werden.

Organische Verbindungen.

Cyan-Verbindungen.

Rothes Blutlaugensalz, Ferridcyankalium. Im Jahrg. VI (v. 1870) dieses Jahrbuches S. 246 machten

wir auf die von E. Reichardt empfohlene Vorschrift zur Darstellung des rothen Blutlaugensalzes mittels Brom aufmerksam. Gegenwärtig verdient ein von Ferd. Rhien*) mitgetheiltes Verfahren zur Bereitung dieses technisch wichtigen Präparates unsere Beachtung. Schon früher hatten A. u. E. Walter gelehrt, das Ferridcyankalium durch Eintragen von trockenem Chlorkalk in eine nahezu siedende Lösung von gelbem Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) darzustellen, wobei man so viel Chlorkalk eintragen muß, bis die Flüssigkeit mit einer Eisenchloridlösung keinen blauen Niederschlag mehr bildet. Hierbei ist aber, besonders wenn man mit größeren Quantitäten arbeitet, das Erhitzen der Flüssigkeit lästig, auch machen sich im ferneren Verlaufe der von Walter vorgeschriebenen Methode mehrere zeitraubende Filtrationen nothwendig. Diese Uebelstände beseitigt nun Rhien dadurch, daß er die kalte Auflösung des in Ferridcyankalium umzuwandelnden Ferrocyankaliums oder gelben Blutlaugensalzes zunächst mit soviel roher Salzsäure versetzt, daß das Chlor der letzteren hinreicht, um 2 Atomen des Salzes ein Atom Kalium zu entziehen und fügt zur Sicherheit einen kleinen Ueberschuß der Säure zu. Alsdann soll man zu dieser Mischung eine klare Auflösung von Chlorkalk zusetzen, bis Eisenchlorid kein unverändertes Ferrocyankalium mehr erkennen läßt. Gibt man sich die Mühe, den Werth der Chlorkalklösung vorher festzustellen, so kann man nahezu die zur Oxydation des Wasserstoffs der Salzsäure, oder was dasselbe ist, die zur Umwandlung des Ferrocyankaliums erforderliche Menge unter starkem Umrühren auf einmal zusetzen und hat nur gegen das Ende der Reaction Vorsicht anzuwenden, wobei man mit Leichtigkeit jede Ueberschreitung der Grenze vermeiden kann. Der geringe Ueberschuß der Salzsäure verhindert, daß unterchlorigsaurer Kalk unzersetzt bleibt. Ist die Ueberführung des gelben Blutlaugensalzes in das rothe auf diese Weise erreicht, so soll man die überschüßige Salzsäure durch kohlensauren Kalk (Champagner Kreide) neutralisiren und zur Krystallisation eindampfen. Die zuerst erhaltenen, auf einem Trichter gesammelten und mit destillirtem Wasser abgespülten Krystalle sind vollkommen rein; die aus den späteren Krystallisationen

*) Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1872 S. 195.

gewonnenen zeigen mit oxalsaurem Kalk meistens Spuren von Kalk an, welche jedoch durch einmaliges Umkrystallisiren vollständig entfernt werden. Diese Methode ist wegen ihrer Einfachheit, Billigkeit und der guten Ausbeute welche sie liefert, sehr beachtungswerth.

Prof. Böttger*) hat gefunden, daß mehrere Metalle das Ferridcyankalium zu Ferrocyankalium reduciren. Taucht man z. B. in eine Lösung von 0,5 Grammen Ferridcyankalium in 100 Cubikcentimeter von destillirtem Wasser ein reines Palladiumblech ein und läßt dieses bei Abschluß des Lichtes und bei gewöhnlicher Temperatur etwa 10 Minuten lang in der Lösung liegen, so hat schon die erwähnte Reduction stattgefunden und die Flüssigkeit giebt dann mit Eisenchloridlösung einen starken blauen Niederschlag. Ganz so wie Palladium, wirken auch Thallium, Magnesium und Arsen; dagegen sind ohne Wirkung: Platin, Zink, Cadmium, Aluminium, Kupfer, Indium, Blei, Kobalt, Silber, Quecksilber, Zinn, Wismuth, Antimon, Gold, Tellur, Mangan und Eisen. Beim Einlegen eines reinen Eisenbleches in Ferridcyankaliumlösung sieht man zwar sehr bald sich Eisencyanür-Cyanid (Berlinerblau) abscheiden, indeß giebt die davon abfiltrirte Flüssigkeit bei Zusatz eines Eisenoxydsalzes keine Spur von Ferrocyankalium zu erkennen.

Kohlenwasserstoffe.

Petroleum.

Schon im vorigen Jahrg. (s. dieses Jahrb., VIII Jahrg. von 1872) wiesen wir auf die stetig sich steigernde Zunahme der Petroleumproduction hin. Inzwischen ist die Produktion noch mehr gestiegen, so daß im ganzen Oelgebiete der Vereinigten Staaten Nordamerika's gegen Ende des Jahres 1872 täglich wenigstens 23000 Barrels à 43 Gallons pr. Barrel rohes Petroleum gewonnen wurden. Da der amerikanische

*) Böttger's polytechnisches Notizblatt 1872 Nr. 18.

Gallon mindestens 3 Kilogr. rohes Petroleum faßt, so beträgt der durchschnittliche Gewichtsinhalt pr. Barrel mindestens 129 Kilogr.; es ist also die tägliche Production = 2,967,000 K. oder in runder Summe = 3 Millionen Kilo. Gegenüber dieser ganz enormen Production an rohem Petroleum, ist der Consum an raffinirtem Petroleum und den anderen Petroleumprodukten um so viel geringer, daß täglich circa 5000 Barrels mehr producirt als consumirt werden. Daß unter solchen Umständen viele Quellen, weil es an Gefäßen, Beförderungsmitteln und genügendem Absatz fehlte, außer Betrieb gesetzt werden mußten und daß im Oelgebiet Alles aufgeboten wird, um neue Verwendungen für das Petroleum zu finden, so daß man dort selbst auf den Einfall gekommen ist, die Hohöfen mit Petroleum, statt mit Kohlen oder Koks zu heizen, ist einleuchtend und zwar umsomehr, wenn man von durchaus glaubwürdigen Berichterstattern erfährt, daß mit Leichtigkeit noch vielmehr als täglich 23000 Barrels Rohpetroleum producirt werden könnten, sobald genügender Bedarf vorhanden wäre. Man hat nämlich neuerdings wieder ein ausgedehntes Oelgebiet „Parkers Landing“ am unteren Alleghani-Fluße entdeckt, welches an Ergiebigkeit die älteren Oelgebiete weit übertrifft, indem die meisten bis jetzt dort gebohrten Quellen einen täglichen Ertrag von 200 Barrels pr. Quelle liefern. Allerdings ist das Bohren in dem neuen Territorium mit bedeutenden Kosten verknüpft, indem die durchschnittliche Tiefe der Quellen ungefähr 1400 Fuß beträgt. Zur Herstellung einer solchen Quelle sind circa 4 Monate Zeit und ein Kostenaufwand von 7500 Dollars erforderlich. Das gegenwärtige Mißverhältniß zwischen Production und Consum wird vermuthlich dadurch bald ausgeglichen werden, daß nicht mehr so viel neue Quellen gebohrt werden. Man rechnet nämlich, daß, um die Production auf ihrer Höhe zu erhalten oder den natürlichen Abfall alter Quellen zu ersetzen, ungefähr 300 neue Quellen im Bohren begriffen sein müssen.

Wenn nun trotz dieses Ueberflusses an Petroleum in Amerika, dennoch die Aufmerksamkeit auf andere zur Zeit weniger oder wenig ergiebige Petroleum-Fundorte hingelenkt wird, so werden mindestens günstigere Zeiten abgewartet werden müssen, bevor es gelingt, zu Unternehmungen anzuregen. So hat man z. B. in jüngster Zeit auf das längst bekannte Vorkommen von

Petroleum im Elsaß hingewiesen, wo man, besonders in der Gegend von Hagenau in einer Tiefe von 150—160 Fuß auf eine Schicht von Petroleum führendem Sand kommt. Diese Sandschicht soll sehr mächtig und ausgedehnt sein, so daß man glaubt, die Petroleumgewinnung werde sich im Elsaß zu einer ausgedehnten Industrie entwickeln. Vor der Hand können wir diese Ansicht noch nicht theilen; es müßte denn gelingen, wirklich ergiebige Quellen daselbst zu erbohren.

Daß ferner in Galizien große Anstrengungen gemacht werden um die dortige Petroleumproduktion zu einer gewissen Bedeutung zu erheben, ist bekannt. Es sind dort einige Pionire dieser Industrie mit anerkennungswürdigem Eifer thätig, um in Galizien ein den amerikanischen Oelterritorien ähnliches Oelgebiet zu erschließen. Ob diese Anstrengungen den erhofften Erfolg haben werden, läßt sich zur Zeit noch nicht beurtheilen; jedenfalls ist es rathsam, den zuweilen erscheinenden Berichten über bedeutende Oelquellen in Galizien nicht unbedingten Glauben zu schenken; dagegen erscheinen uns die Mittheilungen von Albert Fauck zu Bóbrka in Galizien*) frei von Uebertreibung und sehr geeignet den gegenwärtigen Stand der Petroleumproduktion in Galizien klar zur Anschauung zu bringen. Fauck macht darauf aufmerksam, daß schon vor der Auffindung der großen Petroleumquellen in Pennsylvanien, Erdöl in kleinen Quantitäten in Galizien gefunden wurde. Nach den bedeutenden Erfolgen der Petroleumindustrie in Amerika, bestrebte man sich auch in Galizien die Oelgrabungen rationeller und tiefer vorzunehmen. Es bildeten sich viele Gesellschaften, welche anfangs mit kleinen Schächten 50 bis 200 Fuß Tiefe, später durch Bohrbetrieb 300—400 Fuß Tiefe erreichten und man beförderte das Oel mittelst Kübels, resp. kleiner Handpumpen zu Tage. Jetzt bohrt man mit Dampfkraft 600—800 Fuß tief, ohne jedoch bis jetzt amerikanische Quantitäten erschlossen zu haben. Größere Tiefen, bis 1400 und 1500 Fuß, wie in Amerika, vermochte man noch nicht zu erreichen, und zwar hauptsächlich deshalb, weil bei der sehr ungleichmäßigen Formation der Bohrbetrieb sehr theuer ist und bei keiner Petroleumbohrung in Galizien eine lohnende Ausbeute mit Sicherheit

*) Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1872 Nr. 41.

erwartet werden kann. In Pennsylvanien ist bei der regelmäßigen Formation der Betrieb ungleich einfacher und billiger. Verrohrungen der Bohrlöcher sind dort nur selten nöthig; die Schichten des zu durchbohrenden Gebirges sind horizontal und ist daher beim Bohren ein Nachfall auch bei ganz mildem Gestein nicht leicht möglich. Petroleum wird sowohl in Amerika, als auch in Galizien vorzugsweise im Sandstein angetroffen, fast immer in Begleitung von mehr oder weniger salzhaltigem Wasser. Die Formationen sind jedoch sehr verschieden; während das Oel in Pennsylvanien unter der Kohlenformation gefunden wird, wird es in Galizien in der Tertiärformation angetroffen. Die zur Petroleumgewinnung in Amerika angewandte Bohrmethode ist höchst einfach. Das Bohrzeug ist mit einem 1½ Zoll dicken Manilla-Hanfkabelseil ohne Wirbel fest verbunden und besteht aus einer leichten Oberstange als Beschwerungsstück, einer einfachen Rutschschere, runder Bohrstange und Meisel. Gewöhnlich wird ein kleines Loch vorgebohrt und mit einem Bohrer mit breiten Seitenschneiden nachgestoßen; 5 bis 6 Zoll ist der Bohrlochsdurchmesser. Die tägliche Leistung schwankt von 10 bis 50 Fuß in 24 Stunden bei 35 bis 45 Schlägen in der Minute. Es werden gewöhnlich liegende Maschinen als Triebkraft benutzt, welche mittels Kurbel und Lenkstange einen Balancier bewegen, an dessen entgegengesetztem Ende das Bohrseil festgeschraubt wird. Nachdem Oel erbohrt, wird die Pumpe eingelassen. Ueber das Pumpenrohr wird, um die Tagwässer nicht hinunter zu lassen, ein lederner Schaft (seedbag) von der Größe des Bohrloches gezogen. Dieser Schaft wird rund um das Pumpenrohr herum mit Leinsamen gefüllt und unten und oben an dasselbe festgebunden. Nach 12 bis 24 Stunden quillt der Leinsamen auf und bildet einen wasserdichten Verschluß zwischen Pumpe und Bohrlochwand. Man bringt auch behufs Absperrung der Tagwässer größere Gasleitungsröhren in das Bohrloch, welche zugleich als Sicherheitsröhren dienen. Zu den Pumpenröhren werden vorzugsweise zweizöllige Kesselröhren verwendet; dieselben sind bedeutend leichter und halten einen größeren Druck aus, als gewöhnliche Gasröhren. Das Kolbenrohr ist etwas enger, um das Einbringen und Ausnehmen des Pumpenkolbens zu ermöglichen, ohne die Pumpenröhren zu ziehen. Die Kolben fallen ziemlich klein aus und

sind demnach die gebräuchlichen Kugelventile auch nur leicht. Man wendet daher, um ein sicheres Schließen der Ventile zu bewirken, in Bohrlöchern, welche viel Petroleumgase enthalten, sogenannte Gasventile an; bei denselben ist das Ventil am Gestänge befestigt; der Kolben verschiebt sich bei jedem Auf- und Niedergang des Gestänges oberhalb dieses Ventils um einen Zoll und das Gestänge innerhalb des Kolbens hat, um dem Oel den Durchgang zu gestatten, der Länge nach 3 Einschnitte. Beim Niedergang tritt das Oel durch die Einschnitte über den Kolben. Diese Ventile arbeiten immer sicher, da sie nicht, wie die gewöhnlichen von Wasser- resp. Oeldruck allein geöffnet werden, sondern durch das Gestänge.

In Galizien bohrt man meistens mit Fabian'scher Freifallschere, jedoch nur selten unter Anwendung von Dampf als Triebkraft. Die Bohrlöcher werden mit einem Durchmesser von 10 bis 22 Zoll begonnen und damit wird gewöhnlich eine Tiefe von 300 bis 400 Fuß erreicht. Wird eine oelhaltige Schicht angebohrt, so läßt man eine Handpumpe in's Bohrloch, deren Kolben circa 2 Zoll in Durchmesser hat; die Pumpenröhren sind von 1 Zoll weiten Gasröhren hergestellt; das Gestänge von 3/8 zolligem Rundeisen. Neuerdings wird die einfache amerikanische Seilbohrmethode vielfach angewandt, da dieselbe aber nur für kleinere Durchmesser vortheilhaft ist, so wurde bisher in den günstigsten Fällen nur 700—800 Fuß Tiefe damit erreicht. Das in den verschiedenen Tiefen, in denselben Bohrlöchern, immer wieder sich ansammelnde Oel deutet darauf hin, daß die oelführenden Schichten noch sobald nicht durchbohrt sein dürften. Ob aber diese unten noch anzutreffenden Oellager genügend Oel liefern werden, um kostspielige Bohrungen von 1000 bis 1500 Fuß rentabel zu machen, ist noch nicht erwiesen.

Der ölführende Landstrich in Galizien zieht sich längs des nördlichen und nordöstlichen Abhangs der Karpaten hin, fängt in West-Galizien bei Limanowa an, ist 1 bis 4 Meilen breit und erstreckt sich fast ohne Unterbrechung bis in die Bukowina und Moldau. Petroleum in lohnender Quantität wird in den Ortschaften Siary, Woytowva, Lipinki, Kopianka, Bóbrka, Gleboki, Plowce und Boryslaw gefunden. Kleinere Quantitäten

lieferten Pisargowa, Mecina, Kleczany, Librantowa, Wawrska, Sekowa, Kryg und viele andere Orte.

Eine interessante Abhandlung über die continuirliche Destillation des Petroleums, der Mineraloele etc. bei constantem Niveau und fractionirter Condensation hat H. Fuhst, Civilingenieur in Halle a. S., veröffentlicht. Wir müßen uns jedoch begnügen, wenigstens in diesem Jahrg. nur auf die erwähnte Abhandlung aufmerksam zu machen*), indem ein Auszug davon sich nicht wohl ohne Beeinträchtigung des Verständnisses geben läßt und überdies der Gegenstand trotz seiner Wichtigkeit sehr specieller Natur ist; auch würde sich bei Petroleum die von Fuhst vorgeschlagene fractionirte Condensation, die noch an mancherlei Mängeln leitet, ohne vollständige Umgestaltung, wohl kaum praktisch und vortheilhaft durchführen laßen.

Beachtungswerthe Beiträge über sogenannte unexplodirbare leichte Petroleumoele und über die bei Prüfung des Petroleums zu beobachtenden] Verhältnisse, verdanken wir dem Professor C. F. Chandler, welcher hierüber einen Bericht an die Sanitätsbehörde (Department of Health) der Stadt New York abzustatten hatte.**) Zunächst erfahren wir aus dem Berichte Chandlers, daß in den Vereinigten Staaten zahlreiche Patente erhoben worden sind, auf Methoden, um die flüchtigsten Bestandtheile des Petroleums, die Naphta oder das aus dieser abgeschiedene Gasolin, Benzin rc. unexplodirbar zu machen und daß solche sogenannte unexplodirbare Oele unter sehr verschiedenen Phantasienamen, z. B. als: Liquid-Gas; Aurora Oil; Safety-Gas; Petroline; Puroline; Anchor-Oil rc. in den Handel gebracht werden. Alle diese Methoden, welche dazu dienen sollen die flüchtigen Petroleumöle unexplodirbar zu machen, sind völlig unwirksam, geradezu lächerlich. So soll man nach einer der patentirten Vorschriften den genannten Zweck erreichen, indem man je 3 Gallons Naphta mit 2 Pfd. Lohe, 2 Pfd. Alkanna, 2 Pfd. Salz, 1

---

*) Dingl. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 293.

**) American Chemist 1872 Mai S. 409. Juni S. 446 und Juli S. 20; Deutsche Industrie Zeitung 1872 Nr. 38 und Nr. 51; Dingl. Journ. Bd. 205 von 1872 S. 578 und Bd. 207 von 1873 S. 262.

Pinte Alkohol und 1 Unze Cyankalium (!) versetzt. Nach einem andern Recept soll man je 40 Gallons Naphta mit 50 Pfund Kartoffeln, 4 Pfund Kalk, 4 Pfd. Soda und 3 Pfd. Curcuma; nach einem ferneren Recept je 40 Gallons Gasoline mit 5 Pfd. Schwefel, 100 Pfd. rostigem Eisen, 1 Buschel Zwiebeln und 40 Pfd. Harz behandeln. Die Feder sträubt sich solchen Unsinn niederzuschreiben und kaum glaublich ist es, daß dennoch Patente darauf allen Ernstes ertheilt werden. Derartige Fälle dürften sehr schlagend beweisen, daß das Prinzip auf welchem die viel belobte amerikanische Patent-Gesetzgebung beruht, nicht das richtige sein kann; es erscheint uns als eine Verhöhnung des Patentwesens, derartige Albernheiten zu patentiren und gerade im gegenwärtigen Momente, wo sich das Bedürfniß nach einer guten, wo möglich allgemeinen Patentgesetzgebung fühlbarer macht als je und wo hierüber verhandelt wird, dürfte es nicht überflüßig sein auf solche abschreckende Folgen extremer Auslegung und Ausübung eines Gesetzes hinzuweisen. Betreffs der Prüfung des Petroleums hebt auch Chandler den wesentlichen Unterschied hervor zwischen dem eigentlichen Entflammungspunkte d. h. dem Temperaturgrade, bei welchem eine Petroleumsorte entzündbare Dämpfe entwickelt, ohne selbst dabei in Brand zu gerathen und dem Entzündungspunkte d. h. der Temperatur, bei welcher eine Petroleumsorte auf ihrer ganzen Oberfläche richtig zu brennen beginnt. Bei einem guten gefahrlosen und von flüchtigen Beimischungen freien raffinirten Petroleum liegen zwar der Entflammungs- und Entzündungspunkt so nahe zusammen, daß sie sich kaum von einander unterscheiden laßen. Je mehr Bestandtheile von zu großer Flüchtigkeit dagegen ein Petroleum enthält, desto eher beginnt es brennbare Dämpfe zu entwickeln, desto niedriger liegt also seine Entflammungstemperatur, woraus hervorgeht, was übrigens den Sachverständigen längst bekannt ist, daß es weit wichtiger ist, bei der Prüfung des Petroleums den Entflammungspunkt, statt des Entzündungspunktes zu bestimmen. Nach Chandler wird der Entflammungspunkt des Petroleums durch einen Gehalt von nur 1 Proc. Naphta um 6° C. erniedrigt, während der Entzündungpunkt keine wesentliche Veränderung erleidet. Gewöhnlich wird als Kennzeichen für die Ungefährlichkeit einer Petroleumsorte eine

Entflammungstemperatur von nicht weniger als 38° C. und eine Entzündungstemperatur von nicht weniger als 43° C. als Norm erachtet. Doch hält Chandler die Bestimmung der Entzündungstemperatur für überflüßig, da sie keinen bestimmten Anhalt zur Beurtheilung der Gefährlichkeit eines Oeles liefere. Von 736 Proben Petroleum, welche Chandler untersuchte, entzündeten sich über die Hälfte nicht bei Temperaturen unter 43° C. und dennoch waren von den 736 Proben nur 28 wirklich ungefährlich, da alle anderen schon bei Temperaturen unter 38° C. entflammbare Dämpfe entwickelten. Um ganz sicher zu sein, müßte nach Chandler in den auf diesen Gegenstand bezüglichen Verordnungen, eine Temperatur von 49° C. als niedrigster zuläßiger Entflammungspunkt bezeichnet werden.

Ligroinbeleuchtung.

Das Ligroin, bekanntlich ein Gemisch der verschiedenen flüchtigsten Bestandtheile des Petroleums, wird aus dem rohen pennsylvanischen Petroleum abdestillirt und im ungereinigten Zustande — stark und unangenehm riechend, — als Naphta aus Amerika eingeführt. Vielfach wird ohne Weiteres die amerikanische Naphta als Ligroin in den Handel gebracht und als Leuchtstoff verwendet. Da jedoch die Naphta häufig noch eine bedeutende Menge von schwerer flüchtigen Oelen enthält, so ist es nicht vortheilhaft, dieselbe als solche zu benutzen. Es bestehen daher zur Zeit in Deutschland mehrere Fabriken, welche die Naphta zunächst reinigen und einer fractionirten Destillation unterwerfen d. h. in Produkte von verschiedenen Flüchtigkeitsgraden: Petroleumäther, Benzin, Ligroin, künstliches Terpentinöl trennen. Ein solches aus der Naphta abgeschiedenes Ligroïn ist als Leuchtstoff bedeutend werthvoller, als die rohe Naphta und ist bekanntlich schon längst als Material zum Brennen in den Schwamm-oder Ligroïnlampen benutzt worden, während man den Petroleumäther, auch zuweilen Gasolin genannt, durch Luft verdampft und in eine Art Gas überführt, wie wir dies schon früher (vgl. Jahrg. II d. Jahrb. S. 265 und Jahrg. IV S. 329) ausführlich mitgetheilt haben. Da jedoch die Ligroin- oder Schwammlampe wegen der kleinen Flamme die sie giebt, nur als Küchen- oder Corridorlämpchen brauchbar ist, so hat man sich schon längst bemüht, Lampen zum Brennen

von Ligroin zu benutzen, welche nicht allein eine beliebig große und helle Flamme liefern, sondern beim Gebrauche zugleich ungefährlich sind. Diese Bemühungen sind nicht ohne ziemlich zufriedenstellende Resultate geblieben, so daß gegenwärtig von allen Seiten derartige Lampen empfohlen werden. Zu den besten Lampen dieser Art gehören diejenigen von den Lampenfabrikanten Lilienfein und Lutscher in Stuttgart. Diese Lampen sind von Prof. Dr. Marx in Stuttgart geprüft und beschrieben worden.*)

Zunächst macht Marx darauf aufmerksam, daß zur Verwendung von Ligroin, Gasolin und dgl. zu Leuchtzwecken, von manchen Seiten Apparate zur Herstellung von sogenanntem Astralgas (Luftgas) in den Handel gebracht werden, deren Leistung darin besteht, daß ein Luftstrom über oder durch Ligroin (oder Gasolin s. oben) geführt wird, so daß sich die Luft mit den Dämpfen dieses Stoffes sättigt und ein brennbares, leuchtendes Gasgemisch entsteht, das durch eine kurze Röhrenleitung den Brennern, ähnlich wie gewöhnliches Leuchtgas zugeführt wird, um wie dieses zur Beleuchtung benutzt zu werden. Diese Methode, schreibt Marx, nach welcher die Luft sozusagen als Träger der Ligroindämpfe dient, ist schon vom theoretischen Standpunkte aus, als eine für die Beleuchtung unzweckmäßige zu bezeichnen, denn durch das Zumischen von Luft wird der Leuchteffect des Ligroins vermindert. Es ist daher jedenfalls vortheilhafter, das Ligroin in den neuen besonders dazu construirten Lampen zu brennen, und doch ist nach vergleichenden Versuchen, die Herr Assistent Kalb im chemisch-technischen Laboratorium des Polytechnikums zu Stuttgart über den Konsum und die Leuchtkraft der Ligroinlampen-Flamme angestellt hat, das Ligroin als solches nicht so vortheilhaft wie manche andere Leuchtstoffe, namentlich ist das Brennen von raffinirtem Petroleum viel billiger und am billigsten ist im Verhältnisse zur Leuchtkraft die Beleuchtung mit eigentlichem Gas.

Leuchtgas.

Die Bestimmung der Leuchtkraft einer Gasflamme oder

*) Württembergisches Gewerbeblatt von 1872 Nr. 48; Dingl. Journ. Bd. 206 von 1872 S. 442.

überhaupt der Flamme irgend eines Leuchtstoffes, ist zur Zeit immer noch eine, wenn auch nicht schwierige, doch unbefriedigende Arbeit, indem die zu erlangenden Resultate selten auf Genauigkeit Anspruch machen können. Bei den am häufigsten zu solchen Bestimmungen zur Benutzung kommenden Photometern vergleicht man die auf ihre Lichtstärke zu prüfende Flamme mit der Flamme irgend eines sogenannten Normallichtes z. B. einer Wachskerze, einer Stearin- oder Paraffinkerze, einer Petroleumlampe und dgl. Das Resultat einer derartigen Vergleichung hängt natürlich ganz wesentlich von der mehr oder weniger ausgebildeten Beobachtungsgabe, von der Uebung und Schärfe der Sinne des Experimentirenden, sowie von manchen anderen Umständen ab und da nun vollends nicht einmal ein einheitliches Normallicht für derartige Untersuchungen besteht, so ist es ganz unmöglich, die Resultate der an verschiedenen Orten und von verschiedenen Persönlichkeiten ausgeführten Lichtmessungen miteinander zu vergleichen oder zusammenzustellen. Um den Lichtmessungen wenigstens mehr Werth zu verleihen, haben sich die Theilnehmer der im Mai 1872 in Würzburg abgehaltenen 12. Hauptversammlung des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands über eine Normalkerze zu photometrischen Messungen geeinigt und folgenden Beschluß gefaßt:

I. Als Photometer-Kerze für den Verkehr im Verein wird die der Versammlung in Wien und Würzburg vorgelegte Paraffinkerze, sechs auf ein Zollpfund ($^1/_2$ Kilogr.) angenommen.

II. Die Photometerkerze soll:

a) einen Durchmesser von 20 Millimeter haben, genau cylindrisch und so lang sein, daß sechs Kerzen ein Zollpfund oder 500 Gramme wiegen.

b) die Dochte sollen in möglichster Gleichförmigkeit aus 24 baumwollenen Fäden geflochten sein und im trockenen Zustande pro laufenden Meter ein Gewicht von 0,668 Grm. haben; sie sind durch einen eingelegten rothen Faden von andern Dochten abzuzeichnen.

c) Das Kerzenmaterial soll möglichst reines Paraffin sein, von einem nicht unter 55° C. liegenden Erstarrungspunkte.

III. Die Photometer-Kerzen werden von dem Vereins-Vorstande bezogen und von diesem an die Mitglieder, Gasanstalten und Stadtbehörden zum Selbstkostenpreise abgegeben.

IV. Zur Controlle der Fabrikation, der Güte und Gleichförmigkeit des Materials, der Dochte rc. wird

a) eine Kerzen-Commission erwählt, welche alles Erforderliche wahrzunehmen hat, um die möglichst große, überhaupt erreichbare Gleichmäßigkeit der Normalkerze zu erzielen.

b) Diese Commission soll aus drei Mitgliedern bestehen, welche nicht zu weit von einander entfernt wohnen.

c) Sie hat die Dochte vor der Verwendung zur Kerzenfabrikation in Bezug auf ihre Gleichförmigkeit und das richtige Gewicht zu prüfen.

d) Von jeder Kerzenlieferung sind etwa 20 Stück in Verwahrung zu behalten, damit man mit denselben die nachfolgenden Sendungen vergleichen könne.

Auch über die Ausführung der photometrischen Messungen sind in der oben erwähnten Versammlung der Gas- Fachmänner die nachstehenden Beschlüsse, resp. Bestimmungen vereinbart worden:

1) Das Bunsen Photometer ist das den heutigen Verhältnissen angemessenste; zuläßig ist auch das mit dem Foucault'schen Schirm, einem vorgeschriebenen Brenner, bei feststehender Flamme versehene Elster'sche Differential-Photometer. Es gestattet dies die gleichzeitige Beobachtung durch mehrere Personen.

2) Möglichste Ruhe der Flammen ist nothwendig, daher sollen beide Flammen feststehen.

3) Das Photometerpapier sei schwach geleimtes, mattes, nicht glänzendes Büttenpapier, welches mit Wallrathlösung theilweise durchscheinend gemacht ist. Dasselbe werde thunlichst oft gewechselt. Der Grad der Transparenz der Papiere muß sich nach dem Auge des Beobachters richten.

4) Die directe Beobachtung ohne Spiegel empfiehlt sich in erster Reihe; die Beobachtung mit Spiegeln ist darum nicht ausgeschlossen.

5) Für directe Beobachtungen eignet sich der runde Fleck; für Spiegelbeobachtungen ist die horizontale Streifung vorzuziehen.

6) Für die Beobachtung ist die Einhaltung einer bestimmten, für die Normalkerze geeigneten Flammenhöhe von 50 Millimeter unbedingt nothwendig. Das Putzen (Schneuzen) des Kerzendochtes, damit diese Flammenhöhe erreicht werde, ist unstatthaft und es darf die Lichtmessung nur dann vorgenommen werden, wenn die ruhig brennende Flamme die Höhe von 50 Millimeter erreicht hat.

7) Als Grundlage für die photometrischen Messungen soll die Photometerkerze dienen und bei längeren Versuchsreihen soll ein darnach eingestellter Einlochbrenner als Einheit benutzt werden können.

8) Die zu prüfende Gasart soll bei den photometrischen Versuchen mit demjenigen Brenner verbrannt werden, welcher für die Gasart das Maximum der Leuchtkraft giebt.

9) Da zur Zeit das Gesetz des Verhältnisses zwischen Verbrauch und Leuchtkraft noch nicht genügend ermittelt ist, so sollen bei Versuchen mit Steinkohlengas bis auf Weiteres 150 Liter pro Stunde zur Verwendung kommen.

10) Alle übrigen, bei den Lichtversuchen zu verwendenden Messungs-Apparate, als Gasmesser, Druckanzeiger, Regulatoren rc. sind in ihrer Wahl dem Versuchenden zu überlassen, nur muß jedenfalls die Richtigkeit des Gasmessers, als welcher ein naßer zumeist sich empfiehlt, zuvor festgestellt sein.

11) Bei den Aufzeichnungen der Ergebniße der photometrischen Versuche ist die Angabe der Druckhöhen vor dem Gasmesser, nach demselben und 50 Millimeter vor der Brennmündung genau anzugeben.

12) Als geeignetste Temperatur des Raumes, in welchem Lichtversuche vorgenommen werden, wird 14° R. angenommen.

13) Die Farbe des Photometer-Zimmers muß matt und darf weder reflectirend noch zu hell sein. Bei helleren Farbentönen ist es nothwendig, daß die zu vergleichenden Flammen etwa 1 Meter von den Wänden abstehen.

Nach *E. Zulkowsky**) *sind Kautschukschläuche zur Zuleitung des Gases bei Lichtstärkemessungen unbrauchbar, weil sie die Leuchtkraft des Gases*

---

*) Berichte der Deutschen chemischen Gesellsch. zu Berlin 1872 Nr. 15; Dingl. Journ. Bd. 206 v. 1872 S. 313.

vermindern. Zulkowsky hat durch Versuche nachgewiesen, daß die Lichtstärke einer Steinkohlengasflamme um so mehr abnimmt, je länger der Kautschukschlauch ist, durch welchen man das der Prüfung unterliegende Gas leitet. Bei Anwendung eines solchen Schlauches von 4,26 Meter Länge war die Lichtverminderung des durch denselben geleiteten Gases eine so bedeutende, daß man sie bei Vergleichung mit der Flamme desselben, aber nicht durch den Kautschukschlauch geführten Gases schon mit bloßem Auge wahrnehmen konnte. Diese Lichtverminderung wird dadurch herbeigeführt, daß das Kautschuck die Eigenschaft besitzt, aus dem Leuchtgase besonders die schweren, d. h. also die, die Leuchtkraft des Gases bedingenden Kohlenwasserstoffgase zu absorbiren; diese Absorption ist so bedeutend, daß eine bestimmbare Gewichtszunahme stattfindet. Bei Röhrchen von schwarzem Kautschuk, welche 62 Stunden in einem Strome von völlig trockenem Leuchtgas erhalten worden waren, betrug die Gewichtszunahme in Folge der aus dem Gase aufgenommenen Bestandtheile 8,64 Procent. Das äußere Ansehen der Schläuche blieb dabei unverändert; dagegen hatten die Schläuche den eigenthümlichen Geruch des Leuchtgases in hohem Grade angenommen. Dabei unterliegt es keinem Zweifel, daß solche mehr oder weniger mit Gasbestandtheilen imprägnirten Schläuche, in Berührung mit Luft in Folge der vor sich gehenden Diffusion, fort und fort einen Theil der aufgenommenen Gasbestandtheile wieder an die Luft abgeben. Hieraus erklärt es sich sehr leicht, warum auch durch alte lang im Gebrauch gewesene Schläuche eine ebenso große Lichtverminderung der Leuchtgasflamme eintritt, wie durch neue; denn in Folge der beständigen Exhalation der aufgenommenen Stoffe kann von einem Sättigungszustande der Schläuche keine Rede sein. Für die Praxis der Beleuchtung mit Gas ergiebt sich daher, daß die Anwendung von Kautschukschläuchen zur Zuleitung des Gases zu den Lampen thunlichst zu vermeiden ist und daß man sich dann wenigstens solcher Schläuche bedienen sollte, durch deren dichte oder äußerlich mit Firniß überzogene Wandung eine Abgabe der aufgenommenen Gasbestandtheile nach außen nur in sehr geringem Maße oder gar nicht möglich ist.

Zur Bestimmung eines Ammoniakgehaltes im Leuchtgase empfiehlt A. Houzeau eine Probe des Gases

vor seinem Eintritte in die Gasuhr*) durch 5 Cubikcentimeter titrirter Schwefelsäure zu leiten, welche 0,30625 Gramme Schwefelsäurehydrat enthalten — d. i. eine Säuremenge, durch welche 0,10625 Gramme Ammoniak neutralisirt werden. — Am besten ist es, die Säure in einen kleinen Glaskolben (von 40 Cubikcentimeter Inhalt) zu bringen und durch zwei durch den Stopfen dieses Kolbens gehende rechtwinklig gebogene Glasrohre in die Leitung einzuschalten. Die titrirte Säure wird durch Zusatz weniger Tropfen einer sehr empfindlichen Lackmuslösung roth gefärbt. Zur Ausführung des Versuches läßt man so lange von dem zu prüfenden Gas durch die Säure strömen, bis diese durch das im Gase enthaltene Ammoniak neutralisirt ist, in welchem Falle die rothe Färbung der Säure in Blau übergeht; dann stellt man den Gasstrom sofort ab und erfährt durch Ablesen an der Gasuhr, wie viel Gas durchgeströmt ist, um 0,10625 Gramme Ammoniak zur Neutralisation der Säure abzugeben. Diese Bestimmungsmethode ist ungemein einfach, leicht und rasch ausführbar und giebt sehr gute genaue Resultate; nur muß man die Vorsichtsmaßregel beobachten, die Röhren oder Leitungen, welche das Gas zuführen, von der in ihnen enthaltenen Luft zu reinigen, indem man vor der Bestimmung des Ammoniaks etwa 100 Liter des zu prüfenden Leuchtgases verloren gehen läßt. Houzeau fand nach dieser Methode in den Jahren 1868 und 1869 in dem Leuchtgase der Stadt Rouen bei 15° C. und 760 Millimeter Druck, im Durchschnitt 0,1042 Gramme Ammoniak in je 100 Liter des Gases. F. Leblanc fand in dem Leuchtgase der Stadt Paris nur einen Ammoniakgehalt von 0,0090 Grammen in je 100 Liter des Gases. Ein an Ammoniak reiches Leuchtgas, wie z. B. dasjenige von Rouen ist für die Consumenten sehr nachtheilig, indem es bewirkt, daß die Hähne undicht und unbrauchbar werden und sich überhaupt alle aus Messing bestehenden Beleuchtungsapparate rasch abnutzen. — Will man sich nur überzeugen, ob ein Leuchtgas Ammoniak oder kohlensaures Ammoniak enthält, so genügt es, über einen geöffneten Gasbrenner, 10—20 Minuten lang, einen Streifen von deut-

*) Comptes rendus Bd. 76 S. 52 Januar, 1873; Dingl. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 253.

lich weinroth gefärbtem, mit reinem Wasser schwach angefeuchtetem Lackmuspapier aufzuhängen. Wenn das Gas auch nur eine ganz geringe Menge von Ammoniak enthält, so wird es das geröthete Lackmuspapier blau färben.

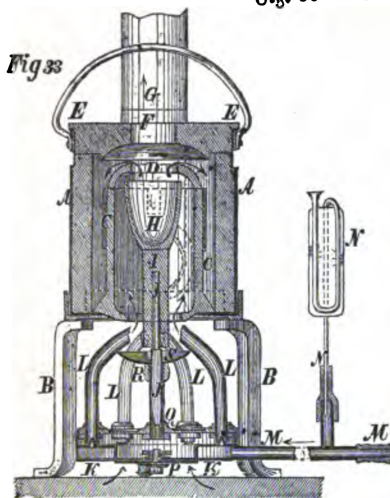
Die Vorrichtungen und Apparate, um das Leuchtgas zum Kochen, Heizen und selbst zu Glüh- Operationen zu benutzen, sind in den letzten Jahren ganz wesentlich vervollkommnet worden. Besonderer Erwähnung verdient der von Wiessnegg in Paris (place de la Sorbonne) construirte Gas-Schmelzofen zur Bijouterie- und Klein-Broncewaaren-Fabrikation,*) welche durch die Figuren 33—38 genau zur Anschauung gebracht wird. Fig. 33 stellt den Ofen im Verticaldurchschnitt und Fig. 34 stellt ihn im Grundriß nach abgenommenem Deckel dar. Die Brenner mit der Luft- und Gaskammer sind in Fig. 35 in der Seitenansicht, in Fig. 36 im Grundriß abgebildet. Fig. 37 ist die untere Ansicht der Kammer und Fig. 38 die Detailansicht eines Brenners in doppelt so großem Maßstabe.

Der eigentliche Schmelzofen besteht aus dem äußeren cylindrischen Mantel A von feuerfestem Thon; dieser Mantel ist, um eine größere Haltbarkeit zu erzielen, noch besonders mit einer Eisenblechplatte bekleidet, die unten durch einen Messingreif zusammengehalten wird. B ist ein eiserner Dreifuß, auf welchem der Mantel A befestigt ist. C ist der den Tiegel umhüllende innere cylindrische Mantel, welcher sich abnehmen läßt. Er besteht gleichfalls aus feuerfestem Thon und besitzt einen breiten, nach Innen erweiterten Sockel, mit welchem er auf dem ringförmigen Boden des Mantels A ruht. Er ist außerdem durch sechs senkrechte, von oben bis zur halben Höhe sich erstreckende Rippen verstärkt, von denen drei inwendig und drei auswendig angebracht sind. D ist eine kleine Kuppel aus feuerfestem Thon, welche auf dem Mantel C aufliegt, mit einer der Weite des Tiegels entsprechenden Oeffnung. E ist ein mit einer Handhabe versehener Deckel, gleichfalls aus feuerfestem Thon, welcher auf den Mantel A zu liegen kommt. Die untere Seite dieses Deckels ist gewölbt. F ist ein Pfropf

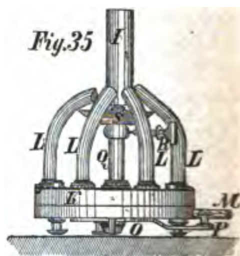
---

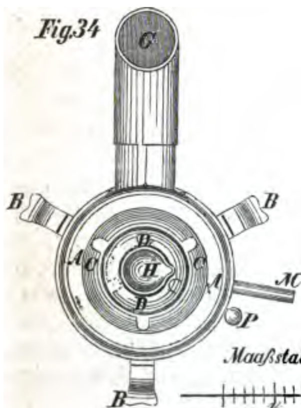
*) Bulletin de la Société d' Encouragement, Nov. 1872 S. 626; Dingl. Journ. Bd. 206 v. 1872 S. 360.

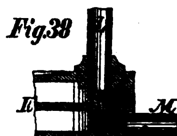
Fig. 33—38.

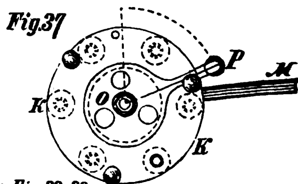












Maaßstab zu Fig. 33-38

½ 1 2 3 Decimeter

welcher sich von dem Deckel, in dessen Mitte er locker eingefügt ist, abnehmen läßt, um den Tiegel während des Schmelzprozeßes beobachten zu können. G ist eine Röhre zur Abführung der Verbrennungsprodukte, welche ungefähr in 1/3 der Höhe des Mantels A von unten an gerechnet in den Ofen einmündet. H ist der Tiegel; er ruht in der Mitte des inneren Mantels C auf einem Cylinder I aus feuerfestem Thon, der auf einen eisernen Bolzen J gesteckt und durch diesen in verticaler Lage erhalten wird. — Der eigentliche Heizapparat besteht aus einer runden messingenen Kammer, in welche die zur Mischung mit dem Gase bestimmte äußere Luft gelangt; sie ruht auf 3 Füßen und besteht aus 2 übereinandergelagerten Abtheilungen, deren obere dergestalt in die untere sich erstreckt, daß in dieser ein ringförmiger Raum entsteht, in welchen das Gas, bevor es sich mit der Luft mischt, eingeführt wird. Die Luft strömt direct in die obere Kammer. Auf der Kammer K sind die Brenner L, sechs an der Zahl befestigt. Ihre umgebogenen oberen Enden und die relative Lage ihrer pfeifenförmig abgeschnittenen Oeffnungen haben die Wirkung, daß die Flamme durch die untere Oeffnung des inneren Mantels C schraubenförmig eindringt und den Tiegel umspült. Aus Fig. 38 ist ersichtlich, wie die Brenner mit der Kammer K verbunden sind und wie das zunächst in die ringförmige Abtheilung derselben zugelassene Gas durch einen kleinen conischen Röhrenansatz in jeden Brenner tritt. M ist die Röhre, durch welche das Gas in den unteren Theil der Kammer gelangt. N ist ein kleines, auf diese Röhre gestecktes Manometer. Das Ventil O, welches den Zutritt der äußeren Luft in die Kammer K regulirt, ist eine Scheibe mit 3 Oeffnungen, die mit 3 anderen, in dem Boden der Kammer befindlichen Oeffnungen von gleichem Durchmesser correspondiren. Mittels eines Hebels P deckt man mehr oder weniger die Oeffnungen auf und regulirt auf diese Weise die Quantität der zuströmenden Luft. Q ist eine, in der Mitte der Kammer befestigte, senkrechte Hülse zur Aufnahme des Bolzens J. Dieser läßt sich darin mit Hülfe der Schraube R, je nach den Dimensionen des Tiegels in beliebiger Höhe feststellen. Die Hülse tritt durch eine kleine, auf einer Erweiterung derselben liegende Metallschale S, welche die Bestimmung hat, das in Folge eines Unfalles beim Schmelzen aus dem

Tiegel fließende Metall aufzunehmen. — Mit einem solchen Ofen ist man im Stande in einer halben Stunde, 400 bis 500 Gramme einer Goldlegirung mit einem geringen Aufwande an Leuchtgas zu schmelzen.

In vielen mit Gasbeleuchtung versehenen Städten hat man die unangenehme Erfahrung gemacht, daß das Leuchtgas, welches aus den nie völlig zu vermeidenden undichten Stellen der im Erdboden liegenden Gas-Rohrleitung ausströmt, einen sehr nachtheiligen Einfluß auf Pflanzen ausübt, wenn es mit den Wurzeln derselben in Berührung kommt. Diesem schädlichen Einfluße sind in manchen Städten schon die schönsten Bäume zum Opfer gefallen. Um über diese schädliche Einwirkung des Leuchtgases auf die Baumvegetation genaueren Aufschluß zu erhalten, sind in Berlin bereits seit mehreren Jahren Versuche angestellt worden, welche auch gegenwärtig noch fortgesetzt werden und man hat als erstes zuverläßiges Resultat ermittelt, daß selbst die geringe Menge von täglich 25 Cubikfuß Leuchtgas auf eine Quadratruthe (144 Quadratfuß) und bei 4 Fuß Tiefe auf 576 Kubikfuß Boden vertheilt, die mit dem Gase in Berührung kommenden Wurzelspitzen der Bäume jeder Art in kurzer Zeit tödtet und daß dieses um so früher geschieht, je fester die Bodenoberfläche ist.

Asphalt.

Ueber den Asphalt, seine Gewinnung, Bereitung und Verwendung in der Technik hat L. Vidoky eine sehr werthvolle Abhandlung veröffentlicht*), aus welcher wir in Nachstehendem einige der interessantesten Mittheilungen folgen lassen:

L. Vidoky hat sich zur Erörterung dieses Gegenstandes besonders veranlaßt gefühlt durch die bedeutende Wichtigkeit, die der Asphalt mehr und mehr als Straßen-Oberbau-Material gewinnt und in Rücksicht darauf, daß trotzdem unsere Kenntnisse über dieses Material sehr mangelhaft sind. Die Anwendung des Asphalts im Bauwesen war bereits in den frühesten geschichtlichen Epochen bekannt und römische Geschichtschreiber wie

*) Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1872 S. 426; Dingl. Journal Bd. 207 von 1873 S. 240 und S. 328.

Plinius erzählen uns von seiner Verwendung bei den berühmten Bauten Babylons; ebenso belehren uns in Aegypten gemachte Funde über seine Benutzung bei der Herstellung der Grabstätten der Pharaonen und beim Einbalsamiren der Todten. Die Jahrtausende, welchen der Asphalt hier Widerstand geleistet, geben den schlagendsten Beweis für seine Dauerhaftigkeit. — Zur Herstellung von Straßen wurde der Asphalt zuerst in Basel vor ungefähr 30 Jahren benutzt, während er in Deutschland noch wenig Anwendung zu solchen Zwecken gefunden hat.

Mit den Namen „Asphalt" bezeichnet man sehr verschiedenartige, natürlich vorkommende und künstlich erzeugte Produkte, so daß es nicht leicht ist dieses Material zu charakterisiren. Von Naturprodukten sind es besonders die, auch unter den Namen Erdpech, Bergpech, Bergtheer, Judenpech, schwarzes Erdharz bekannten Substanzen, welche man häufig als Asphalt oder auch als bituminöse Substanzen, als „Bitumen" bezeichnet. Diese bituminösen Naturprodukte bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und wenig Sauerstoff, ohne mineralische Beimischungen; sie besitzen eine mehr oder weniger dunkelbraune bis tiefschwarze Farbe, sind bei niedrigeren Temperaturgraden fest, spröde, von muscheligem Bruche, in der Wärme weich und schmelzen bei ungefähr 100°C.; sie sind undurchsichtig, von 1 bis 1,68 spec. Gew. und eigenthümlichem, sogenannt' bituminösen Geruche, der besonders beim Erwärmen hervortritt; sie lassen sich leicht entzünden und brennen lebhaft mit stark rußender Flamme; in Wasser sind sie völlig unlöslich, in Alkohol nur theilweise, dagegen in Aether, Terpentinoel, Benzin vollständig oder fast vollständig löslich. Bei der trockenen Destillation zersetzen sie sich, entwickeln brennbare Gase und liefern unter Hinterlassung eines kohligen Rückstandes ein Destillat, welches aus Theeroelen mit wenig ammoniakhaltigem Wasser besteht. Alle diese Produkte sind Gemenge von sehr verschiedenen Verbindungen, namentlich Kohlenwasserstoffen, von welchen ein Theil, den Boussingault „Petrolen" nannte, oelig und destillirbar, der andere Theil, von Boussingault „Asphalten" genannt, fest und nicht ohne Zersetzung flüchtig ist. Das durch Erhitzung bis auf 250°C. vom Petrolen getrennte Asphalten ist schwarz, glänzend, spröde, wird erst bei 300°C. weich und zersetzt sich schon, bevor es schmilzt.

Das Petrolen soll ein reiner Kohlenwasserstoff sein nach der Formel $C_{20}\ H_{32}$; das Asphalten = $C_{20}\ H_{30}\ O_3$ enthält etwas Sauerstoff und ist höchstwahrscheinlich aus dem Petrolen durch eine Art von Oxydation entstanden.

Die bituminösen Substanzen finden sich jedoch in der Natur nur selten frei von erdigen Beimischungen; gewöhnlich durchdringen sie in mehr oder weniger reichlicher Menge Gesteine der verschiedensten geologischen Formationen und der verschiedensten Art, vor Allen aber Kalksteine. Derartige Massen nennt man bituminöse Gesteine, also den mit Bitumen durchdrungenen Kalkstein bituminösen Kalkstein. Dieser bituminöse Kalkstein ist aber das Material das nach Bideky als Asphalt, Rohasphalt, Asphaltstein, erdiger Asphalt eine so bedeutende technische Anwendung gefunden hat und welches der Genannte kurzweg mit dem Namen „Asphalt" bezeichnet. Die bekanntesten Fundorte von Asphalt, überhaupt von bituminösen Gesteinen sind: das todte Meer, der caspische See, die Insel Trinidad, Peru, Persien rc., und in Europa: Seyssel am Ufer der Rhone im Departement d'Ain; Val de Travers im Kanton Neuenburg; Bastens und Dax im Departement des Landes; Bechelbronn und Lobsam im Elsaß, Limmer und Velber in der Provinz Hannover; Braunschweig; die Insel Brazza in Dalmatien; Seefelden in Tyrol, Morovizza bei Sebenico; das Banat; Galizien rc. Bemerkenswerth ist, daß England keinen eigentlichen Asphalt hat.

Der an den genannten Orten vorkommende Asphalt oder Asphaltstein ist jedoch je nach dem Fundorte von sehr verschiedener Beschaffenheit und daher auch nicht für alle Zwecke gleich geeignet. So liefern z. B. nur die wenigsten Fundorte einen zum Straßenbau passenden Asphalt und von diesen zeichnet sich als besonders geeignet hierzu der Asphalt vom Val de Travers aus. Dieser findet sich zwischen den Orten Convet und Travers im Canton Neuenburg in einem Muldenthale und besteht aus mit Bitumen durchdrungenem Neocomienkalk; er bildet daselbst ein über 30 Fuß mächtiges von Nord nach Süd geneigtes Lager, ist von rußiger Farbe, gleichmäßigem Bruche und gleichförmiger Structur, riecht beim Zerschlagen stark bituminös und enthält 10—20 Procent Bitumen, welches alle Theile des Gesteines durchdringt. Der Kalk zeigt keine krystal-

linische Struktur. Die Masse ist in derben Stücken zähe, in kleinen leicht zerbrechlich. Bei gelindem Erwärmen auf etwas über 60°C. verliert sie ihre Cohäsion und zerfällt zu Pulver, welches jedoch, wenn es unter Druck, noch bevor seine Temperatur unter 50°C. gesunken ist, langsam erkaltet, wieder zu einem festen Ganzen erstarrt. Der Asphalt von Travers wird entweder ohne weitere Beimengung als Asphalt comprimé zum Straßenbau verwendet oder er wird zu Asphaltmastix verarbeitet, indem man ihn unter Anwendung von geringer Wärme zu Pulver mahlt und mit etwa 7 Proc. Mineraltheer (Goudron mineral), der in vorzüglicher Qualität zu Dax aus bituminösem Sandstein gewonnen wird, unter fortwährendem Umrühren bei ziemlich starker Hitze zu einem Brei schmilzt, den man dann in Formen erkalten läßt und als Asphaltbrode in den Handel bringt. Von der Güte des Mineraltheers hängt hauptsächlich die Qualität des auf die beschriebene Weise dargestellten Mastix ab. Surrogate, wie Steinkohlenther, Holztheer, die man aus Gewinnsucht nicht selten verwendet, haben hauptsächlich den guten Ruf des Mastix als Pflasterungsmaterial geschädigt. Gemischt mit grobem Schotter bildet der Mastix den Asphaltbéton. Während der Asphalt comprimé besonders zur Herstellung von Asphalt-Fahrstraßen benutzt wird, eignet sich der Mastix-Asphalt oder Asphalt coulé vorzugsweise zum Belegen von Straßen-Trottoirs, Terrassen, Corridors in Häusern u. dergl. und der Asphaltbéton dient namentlich zu Fundirungen an feuchten Orten, ist auch im Seewasser bei weitem dauerhafter, als irgend ein hydraulischer Kalk. Betreffs des Verfahrens bei Anwendung der verschiedenen Asphaltpräparate zu den genannten Zwecken müssen wir jedoch auf die citirte Abhandlung von Bidekh verweisen, in welcher hierüber sehr beachtungswerthe Winke ertheilt werden.

Kautschuk.

Der Anwendung von Kautschukfabrikaten steht gegenwärtig öfters die schlechte Beschaffenheit des Kautschuks, aus welchem dieselben angefertigt werden, entgegen. Man findet jetzt nicht allein die verschiedensten mineralischen Zusätze bis zu 40—50

Procent, in solchen Fabrikaten, sondern häufig auch Kork und Sägespäne. Während die mineralischen Zusätze für manche Verwendungen des Kautschuks, wenn das Verhältniß des Zusatzes nicht übertrieben wird, keinen Nachtheil verursachen, zum Theil sogar geboten sind, so müssen dagegen Zusätze von Kork, Sägespänen u. dergl. entschieden verworfen werden und es ist auch besonders deshalb wichtig, auf diese Verfälschung oder Versetzung des Kautschuks aufmerksam zu machen, weil man bisher angenommen hat, daß guter Kautschuk entsprechend einem spec. Gew. von 0,985 auf Wasser schwimme. Da nun Zusätze wie Kork und Sägespänen ebenfalls spec. leichter als Wasser sind, so genügt das spec. Gew. nicht mehr als Mittel zur Beurtheilung der Güte einer Kautschukmasse.

Um Abfälle von Hartgummi zu verwenden wird empfohlen*), die Abfälle in einem eisernen, gut mit einem Deckel zugedeckten Topfe über glühenden Kohlen zum Schmelzen zu erhitzen und hierauf den geschmolzenen Inhalt auf ein vorher mit etwas Fett abgeriebenes Stück Weißblech auszugießen. Die ausgegossene Masse ist nach dem Erkalten schwarz, pechartig und spröde, und liefert, wenn man sie in Benzol oder rectificirtem Terpentinöl auflöst und die Lösung vorsichtig von den ungelöst gebliebenen, zu Boden gesunkenen Theilen abgießt, einen ganz ausgezeichnet schönen Firniß, der schnell trocknet und vom schönsten Goldgelb bis zum undurchsichtigen schönen Braun aufgetragen werden kann, namentlich auf Metall fest haftet und für elektrische Apparate zu verwenden ist. Einige Vorsicht ist jedoch beim Schmelzen der Abfälle nothwendig, da sich hierbei leicht entzündliche Dämpfe entwickeln. Will man also, nachdem man den Topf 5—10 Minuten über den glühenden Kohlen erhitzt hat, nachsehen, ob Alles geschmolzen ist, so muß man jedesmal den Topf vom Feuer wegnehmen und darf erst in genügender Entfernung vom Herd den Deckel lüften. Das Schmelzen muß so weit ausgeführt werden, daß sich die geschmolzene Masse leicht ausgießen läßt und keine ungeschmolzenen Stücke mehr vorhanden sind, was man leicht mit einem Stück dicken Drathes finden kann.

---

*) Ackermanns Gewerbezeitung 1872 S. 173.

Fette, fette Oele und verwandte Stoffe, oder daraus darstellbare Produkte.

Oelextraction mit Schwefelkohlenstoff. Die Behandlung mancher Oelsamen mit Schwefelkohlenstoff oder irgend einem anderen leicht flüchtigen Material z. B. Petroleumäther, gewährt gegenüber der immer noch fast allgemein üblichen Methode des Auspressens der Oele aus den Oelsamen unstreitig mehrfache Vorzüge und wenn auch die Methode der Extraction nur langsame Fortschritte macht, so wird sie, davon sind wir überzeugt, wenigstens in vielen Fällen die Methode des Pressens mit der Zeit doch verdrängen. Nach F. Fischer in Riesa bestehen gegenwärtig in Deutschland fünf Fabriken, in welchen Oelsamen, namentlich Raps mittels Schwefelkohlenstoff extrahirt werden. Von diesen kann wohl die Riesaer Oelfabrik von Gottschald als Musterfabrik gelten. In dieser Fabrik werden bei einer jährlichen Verarbeitung von 30000 Ctr. Oelsamen, vorzügliche Produkte in Maschinen- und Brennöl geliefert und die Extractionsrückstände, also das Rapsmehl, von welchem man behauptete, daß es unbrauchbar sei, sind so gesucht, daß der Nachfrage nicht genügt werden kann. Auch behauptet Fischer, daß sich die Arbeiter dabei wohl befinden und nicht von Kopfschmerzen heimgesucht würden, wie vielfach geglaubt werde. Der Verlust an Schwefelkohlenstoff soll nach mehrjähriger Durchschnittsberechnung wie Fischer mitheilt nur 1/2 Kilogr. auf je 100 Kilogr. extrahirter Oelsamen betragen. Dieser Verlust rühre nicht allein von der Verflüchtigung des Schwefelkohlenstoffes, sondern auch von dessen Zersetzung her, welche durch den vorhandenen Dampfdruck und die Gegenwart von Metallen noch begünstigt werde, besonders wenn man Apparate von Kupfer anwende, welche in wenigen Jahren zerstört werden, während Apparate von Eisen eine kaum merkliche Abnutzung erleiden. Bei der Ausführung der Extraction mit Schwefelkohlenstoff sind überdies mancherlei Umstände in Betracht zu ziehen, von deren mehr oder weniger genauen Berücksichtigung das zu erzielende Resultat bedingt wird. Durchschnittlich verbleiben in dem extrahirten Rapsmehl noch 2 1/2 Proc. Oel; um eine solche fast vollständige Extraction zu bewirken, müssen vor Allem die Samen richtig, d. h. so gequetscht werden.

daß alle Oelzellen zerrissen sind, indem in unverletzte Oelzellen der Schwefelkohlenstoff nicht einzudringen, also aus diesen auch kein Oel zu extrahiren vermag; dagegen veranlaßt der zu Pulver zerquetschte Same Störungen, indem er sich in den Verbindungsröhren und Hähnen der Extractionsapparate ansammelt und diese verstopft. Alter Same muß stärker gequetscht werden, als frischer, da bei jenem die eingetrockneten Zellenwände dem Drucke der Quetschwalzen mehr Widerstand leisten; überhaupt ist es von Vortheil, schwere Walzen zum Quetschen des Samens zu verwenden. Ist der Same trocken und frisch, so ist die Extraction am vollständigsten, unvollständig dagegen bei einem feuchten, unreifen und sehr alten Samen. Ebenso ist die Dauer der Extraction von Belang; je nachdem die Dauer derselben eine oder zehn Stunden beträgt, erhält man bedeutende Unterschiede im Oelgehalte des Rapsmehles, welcher von 1—3 Proc. variiren kann. Auch die Temperatur während der Extraction ist in's Auge zu fassen, indem bei einer Temperatur von 6°C. und darunter das Lösungsvermögen des Schwefelkohlenstoffs ein geringes ist, während bei einer Temperatur von 20°C und darüber ein großer Theil des Schwefelkohlenstoffs verdunstet, wodurch Spannungen in den Apparaten entstehen, die für den Gang der Operation sehr hinderlich sind. Der Schwefelkohlenstoff selbst muß möglichst frei sein von Feuchtigkeit, indem die in demselben enthaltene Feuchtigkeit an die Samen übergeht, wodurch das fernere Eindringen von Schwefelkohlenstoff erschwert wird.

Um Raps- Mohn- oder Leinöl zu bleichen, empfiehlt C. Puscher*), je 100 Kilgr, des zu bleichenden Oeles innig mit 2 Kilogr. eines aus gleichen Theilen engl. Schwefelsäure und Alkohol von 96 Proc. bereiteten Gemenges zu vermischen; dabei trete nicht, wie bei Anwendung von Schwefelsäure allein, eine theilweise Verharzung der Oele ein, sondern die Schwefelsäure vermische sich ganz gleichmäßig mit denselben; die bald entstehende grüne Trübung gehe in schwarz über und nach 24—48 Stunden habe sich ein geringer schwarzer Bodensatz abgelagert. Mohn- und Rapsöl sind nun wasserhell geworden. Leinöl jedoch zeigt in dicken Schichten noch eine gelbliche Fär-

*) Bayerisches Industrie- u. Gewerbeblatt 1872 S. 242.

bung. Die vom Bodensatze abgezogenen Oele werden nun noch, um Spuren von anhaftender Säure zu entfernen, mit einigen Liter heißen Wassers tüchtig geschüttelt und der Ruhe überlassen.

Seife.

Zur Analyse der Seifen hat F. Jean*) einige bemerkenswerthe Beiträge geliefert. Nach Jean spielt unter den fremdartigen Stoffen, welche in Seifen am häufigsten gefunden werden, Harz (Kolophonium) die erste Rolle. Das Harz bildet bekanntlich mit Kali und Natron chemische Verbindungen, die sogenannten Harzsäuresalze oder Resinate, welche mit Wasser einen reichlichen Schaum geben. Diese Eigenschaft im Vereine mit dem Umstande, daß der Preis des Harzes weit billiger ist, als der der Fettkörper, brachte die Seifenfabrikanten auf den Gedanken, dasselbe ihren Produkten einzuverleiben. Harzsäuresalze enthaltende Seifen werden jetzt wohl überall fabricirt; das Harz wird fast als normaler Bestandtheil bei der Fabrikation weicher Seifen betrachtet. Harzhaltige Seife giebt einen reichlichen Schaum, so daß die zu reinigenden Gegenstände selbst in gyps- und salzhaltigem Wasser mit solcher Seife gewaschen werden können. Neben diesen Vortheilen ist der Gebrauch derselben aber nach Jean mit ernstlichen Nachtheilen verbunden, welche für manche Benutzungen ihre Verwendung geradezu verbieten. Die Abnutzung, welche man bei mancher Wäsche beobachtet, wird in der That der Anwendung dieser ölig-harzigen Seifen zugeschrieben; auch hat man bemerkt, daß mit solcher Seife gewaschene Gewebe einen fettigen Glanz erhalten und Wollenzeuge die Beizen weniger gut annehmen und sich daher ungleichmäßig färben. Bisher kannte man keine Methode um den Harzgehalt einer Seife zu bestimmen. Jean empfiehlt hierzu folgendes Verfahren: Gestützt auf die von ihm beobachtete Thatsache, daß bei der Verseifung eines Harzes, drei ganz verschiedene Substanzen entstehen, nämlich: 1) ein in Alkalien unlösliches Resinat,

*) American Chemist, November 1872 S. 164; Dingl. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 224.

welches er A nennt, 2) ein lösliches Resinat B, 3) ein aus angesäuerter Lösung nicht niederfallender Stoff C, hat Jean sich bemüht, den Gang der Operation so zu leiten, daß es möglich ist, alle drei Substanzen abzuscheiden und zu bestimmen. Zu diesem Behufe löst man 10 Gramme der zu analysirenden Seife in 100 Cubikcentimeter destillirten Wassers und versetzt die Lösung mit concentriter chemisch reiner Aetznatronlauge in geringem Ueberschuße, wodurch die eigentliche von den Fettsäuren gebildete Seife und das Resinat A sich ausscheiden, während die anderen Bestandtheile, die vom Harz abstammen gelöst bleiben. Man filtrirt, wäscht den Niederschlag mit schwacher Aetznatronlauge aus und vereinigt das Waschwasser mit dem Filtrate. Die das Harzsäuresalz B enthaltende alkalische Flüssigkeit wird mit kochend heißer verdünnter Schwefelsäure angesäuert und dann auf ein bei 100°C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknetes und gewogenes Filter gebracht, auf welchem das Harz B zurückbleibt. Die von B abfiltrirte saure Flüssigkeit wird mit Aetznatronlösung genau gesättigt und hierauf zur Trockne abgedampft. Der Rückstand wird, um das schwefelsaure Natron abzuscheiden, mit Alkohol behandelt und die alkoholische Lösung in einer gewogenen Porzellanschale abgedampft. Auf diese Weise erfährt man die Gewichtsmenge der harzigen Substanz, gemischt mit Glycerin. Das Vorhandensein von Glycerin im Rückstande läßt sich auf die Art nachweisen, daß man denselben in einem Glasrohre mit Mangansuperoxyd, einigen Tropfen Schwefelsäure und Alkohol auf 40°C. erwärmt. Dabei bildet sich Formyläther, der an seinem Geruche nach Pfirsichblüthen erkennbar ist. Das zuerst durch Versetzen der Seifenlösung mit Natronlauge ausgeschiedene Gemisch der Fettsäurenseife mit Resinat A wird, nachdem es mit verdünnter Natronlauge ausgewaschen worden, in kochendem Wasser gelöst und mit Chlorbaryum in geringem Ueberschusse gefällt. Das unlösliche Barytresinat und die Barytseife werden abfiltrirt, und nachdem dieser Niederschlag ausgewaschen worden, wird er im Wasserbade bei 100°C. getrocknet und sodann mit Aether behandelt, welcher den harzsauren Baryt auflöst, dagegen die Barytfettseife ungelöst zurückläßt. Die ätherische Lösung wird zur Trockne abgedampft, der dabei erhaltene Rückstand in kochendem destillirtem Wasser aufgenommen und durch Zusatz einiger Tropfen verdünnter Salz=

säure zersetzt, um das Harz frei zu machen. Dasselbe wird auf dem Filter gesammelt, welches bereits das Harz des Resinats B enthält und nachdem es mit warmem Wasser ausgewaschen worden, im Wasserbade bei 100°C. getrocknet und dann gewogen.

Aus der in Aether ungelöst zurückgebliebenen Barytfettseife kann man durch Behandlung mit kochendem Wasser und Zersetzen mit Säure, leicht die Fettsäuren abscheiden und das Gewicht derselben bestimmen.

Die Abscheidung und Bestimmung von Stärke, Talk, Ocker, Thon, Gyps, Schwerspath, Natronsalzen und dergleichen zur Verfälschung der Seife — um das Gewicht derselben zu vermehren — in Anwendung kommender Substanzen, bewirkt Jean dadurch, daß er eine abgewogene Menge der verdächtigen Seife bei 40°C. in Alkohol auflöst, wobei alle diese fremden Körper sowie auch Wasserglas, wenn solches vorhanden war, ungelöst bleiben und ihrer Natur nach leicht erkannt werden können (vgl. über Seifenprüfung auch dieses Jahrb., Jahrg. VI v. 1870 S. 275 und Jahrg. VIII v. 1872 S. 372).

Enthält eine Seife freies Alkali (Kali oder Natron), so löst sich dieses bei der Behandlung mit Alkohol, mit der Seife in dem Alkohol auf, kann aber nach Jean leicht abgeschieden und seiner Menge nach bestimmt werden, wenn man in die von dem ungelöst gebliebenen Theile klar abgegossene alkoholische Seifenlösung einen Strom von Kohlensäuregas hineinleitet, wodurch sämmtliches, nicht an die fetten Säuren gebundenes Alkali in Kohlensäuresalz umgewandelt wird und sich, da die kohlensauren Alkalien in Alkohol unlöslich sind, abscheidet.

Die Bestimmung des Wassergehaltes einer Seife gelingt nach Jean am sichersten, wenn man 1 oder 2 Gramme der in feine Spänchen zerschnittenen Seife in einer tarirten kleinen Porzellanschale in der möglichst kleinsten Menge starken Alkohols auflöst, hierauf eine genau gewogene Menge von feinem gut getrockneten Quarzsand, welche hinreicht, um sämmtliche Flüssigkeit zu absorbiren, zumischt und das Ganze im Luftbade bei einer Temperatur von 110°C. trocknet. Das

Trocknen erfolgt hierbei viel rascher, als wenn man, wie gewöhnlich empfohlen wird, die Seife ohne Zusatz trocknet.

Mialhe*) macht darauf aufmerksam, daß die meisten Toiletteseifen noch mehr oder weniger freies Alkali enthalten. Bekanntlich kommen im Parfümerienhandel zwei Arten von Toiletteseife vor, die in Folge ihrer Darstellungsweise ganz verschieden sind. Die eine Art ist in der Wärme, unter Anwendung schwacher caustischer Laugen bereitet und möglichst vollständig von überschüßigem Alkali befreit. Die andere Art ist auf kaltem Wege bereitet. Die Toiletteseifen der ersteren Art sind minder alkalisch, minder caustisch, als diejenigen der letzteren Art, aber sie sind auch weniger geschmeidig, weil sie beim Aussalzen das Glycerin verloren haben. Die kalt bereiteten Toiletteseifen sind dagegen, welche Sorgfalt man auch bei ihrer Darstellung aufwenden mag, immer viel mehr alkalisch, als die mit Lauge gekochten und durch Salz abgeschiedenen; nur bemerkt man diese caustische Beschaffenheit nicht in dem Grade, wie man wohl glauben könnte, weil das Glycerin, welches die kalt bereiteten Seifen enthalten, dieselben außerordentlich geschmeidig macht und das freie Alkali maskirt, ohne es jedoch zu neutralisiren. Der bedeutende Gehalt an überschüßigem Alkali in den auf kaltem Wege bereiteten Toiletteseifen, macht diese Seifen zur Anwendung wenig empfehlenswerth und wenn namentlich die Consumentinnen der Toiletteseifen, welche einen hohen Werth auf Erhaltung einer zarten, weichen reinen Haut des Körpers legen, wüßten, wie nachtheilig das freie Alkali gerade in dieser Hinsicht wirkt, so würden sich dieselben sicherlich nie der auf kaltem Wege bereiteten Toiletteseifen bedienen. Mialhe empfiehlt nun als Mittel, um das in den kalt bereiteten Toiletteseifen enthaltene freie Alkali zu neutralisiren und zu entfernen, diese Seifen in folgender Weise mit Kohlensäuregas zu behandeln: die betreffende, auf kaltem Wege bereitete Seife wird in feine Spähne zerschnitten, die Spähne auf Hürden ausgebreitet und in einer geeigneten Kammer der Wirkung von Kohlensäure, die man am einfachsten durch Verbrennen von in einem kleinen

*) Comptes rendus t. 75 p. 1514; December 1872. Dingl. Journ. Bd. 207 v. 1873 S. 165.

Oefchen befindlichen Holzkohlen erzeugen kann, ausgesetzt. Die alkalische Seife absorbirt die Kohlensäure und das freie Alkali verwandelt sich in doppeltkohlensaures Natron, welches keinerlei nachtheilige Wirkung auf die Haut ausübt, während das Glycerin unverändert in der Seife bleibt. Eine so behandelte Seife ist vollständig neutral. Diese Methode ist zwar sehr einfach und von unfehlbarer Wirkung, erfordert aber immerhin einige Vorrichtungen, welche manchen Parfümeuren unbequem sein werden. Es ist daher zu befürchten, daß die Methode in der Praxis nicht den Anklang finden wird, den sie verdient.

Ueber eine eigenthümliche Anwendung von sogenannter Thonerdeseife hat C. Puscher Mittheilungen gemacht. Hiernach soll man sich zunächst eine Thonerdeseife bereiten, indem man gute, gelbliche harzhaltige Kernseife in kochendem Wasser zu dünnem Seifenwasser auflöst und die Lösung so lange mit einer Lösung von Alaun oder schwefelsaurer Thonerde versetzt, als noch ein Niederschlag entsteht. Dieser Niederschlag ist weiß, besteht aus einer Verbindung der fetten Säuren und des Harzes der Seife mit Thonerde und Wasser und wird Thonerdeseife genannt. Man sammelt den Niederschlag, süßt ihn mit kochendem Wasser aus und trocknet ihn in der Wärme, um alles Wasser zu verjagen, wobei die Substanz transparent wird. Die so bereitete und völlig getrocknete Thonerdeseife besitzt nun nach Puscher die Eigenschaft, sich beim Erhitzen mit Terpentinöl in letzterem zu lösen und damit eine dicke, klare Flüssigkeit zu bilden, welche sich als Lack zum Anstreichen, als Ersatz für Dammarlack mit Vortheil verwenden läßt. Der Anstrich mit dem Lack der Thonerdeseife besitze zwar nicht den hohen Glanz des Dammarlacks, zeichne sich dagegen durch größere Biegsamkeit und besonders dadurch aus, daß er einer hohen Temperatur ausgesetzt, nicht blasig werde, sich überhaupt nicht verändere. Puscher empfiehlt diesen neuen Lack besonders zum Wasserdichtmachen von Stoffen jeder Art und als Ueberzug oder Anstrich auf metallene Gegenstände, die eine hohe Temperatur auszuhalten haben. An der Luft trockne der Anstrich langsam, dagegen rascher bei einer Temperatur von 50°C.

Glycerin. Dynamit.

Um Glycerin aus Gasuhren, welches bei längerem Gebrauche in Folge von Unreinigkeiten die es aufnimmt und von Feuchtigkeit, unbrauchbar wird, wieder brauchbar zu machen, hat Director Hasse in Dresden folgendes Verfahren empfohlen:*) Ein kleiner eingemauerter etwa 3 Centr. Glycerin haltender cylindrischer Kessel, wird mit dem ungereinigten Glycerin etwa zu $^5/_6$ gefüllt, dasselbe langsam angewärmt und einige Stunden auf 50—60°C. gehalten; dann aber stärker erhitzt bis auf 120—130°C. und in diesem Hitzgrade so lange erhalten, bis die mittels eines kleinen, auf dem Kessel angebrachten Hähnchens ausströmenden Dämpfe weder Ammoniak noch Säure erkennen lassen, was sich am besten durch Anwendung von angefeuchtetem rothen und blauem Lackmuspapier nachweisen läßt. Sodann wird die Temperatur wieder langsam erniedrigt und die Flüssigkeit durch ein am Boden des Kessels angebrachtes Ablaßrohr abgelassen. Die Procedur dauert gewöhnlich 12—16 Stunden und die während derselben sich aus dem Glycerin entwickelnden Dämpfe, werden durch ein auf dem Kessel befindliches Rohr in den Schornstein abgeleitet. Das hierdurch von seinen flüchtigen Verunreinigungen und dem überschüssigen Wasser befreite Glycerin enthält nun noch schmierige Bestandtheile und derartige Verunreinigungen; um es auch von diesen zu befreien, wird es durch Thierkohle filtrirt. Hierzu benutzt man cylindrische Filtrirapparate von Zinkblech, welche in Böcken hängen, die aus schwachen Hölzern hergestellt sind und unter denen sich Schalen zur Aufnahme des ablaufenden Glycerins befinden. Am Boden der Filtrircylinder sitzt ein auf einem kleinem Holzrahmen befestigtes Drahtsieb und auf dieses wird gekörnte Thierkohle, die weder zu fein= noch zu grobkörnig sein darf, in einer 50 bis 70 Millimeter hohen Schicht eingelegt. Die Thierkohle muß lose und etwas angefeuchtet in die Filtrirapparate eingebracht werden und läßt man dann zunächst so lange heißes Wasser durchgehen, bis dieses von den feineren Kohlentheilchen nicht mehr gefärbt wird, dann erst wird vorsichtig, das zu filtrirende Glycerin aufgegossen. Will man das Glycerin ganz weiß haben, so läßt man es zweimal, doch stets durch

*) Deutsche Industriezeitung 1872 Nr. 30.

frische Filter gehen. Wirkt die Kohle im Filter nicht mehr genügend, so muß sie herausgenommen und in heißem Wasser gut ausgewaschen werden; ist sie jedoch nach längerem Gebrauche ganz unwirksam geworden, so kann man sie wiederbeleben, indem man sie in nicht dicht verschlossenen eisernen Töpfen schwach glüht. Gewöhnlich giebt man dem zur Füllung der Gasuhren bestimmten Glycerin einen Concentrationsgrad von 18°B.; in der Gasuhr verdünnt sich das Glycerin durch Aufnahme von Feuchtigkeit aus dem Gase auf 13°B, wird jedoch durch die beschriebene Erhitzung in einem Kessel concentrirter, bis 22° und 24°B., so daß man es dann nach erfolgter Filtration wieder mit etwas Wasser, am besten destillirtem Wasser, verdünnen kann, bis zur passenden Concentration von 18°B. Jedenfalls ist diese Methode der Reinigung des Glycerins aus Gasuhren besser, als die früher von Kunath empfohlene (vgl. Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1870 S. 278).

Dynamit. Ueber dieses Präparat geben unsere Mittheilungen in Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1870 S. 281 und Jahrg. VIII von 1872 S. 382 bereits einigen Aufschluß. In jüngster Zeit hat Ferd. Capitaine*) eine ausführliche Abhandlung über die Fabrikation des Dynamits erscheinen lassen, aus welcher in Nachstehendem ein kurzer Auszug folgt:

Capitaine hat als Ausgangspunkt für seine Mittheilungen die Verhältnisse einer continentalen Dynamitfabrik gewählt, welche täglich bis 5000 Pfund Dynamit liefert. Als Rohmaterialien benutzt man in der in Rede stehenden Fabrik: englische Schwefelsäure, Chilisalpeter, Rohglycerin von 30 bis 32°B und hannoversche Infusorienerde. Das Rohglycerin wird größtentheils von Marseille bezogen und da es sich zeigte, daß hölzerne Fässer, welche Glycerin enthalten, sehr leicht lecken, so benutzt man zum Bezuge eiserne Tonnen von je 500 Liter Inhalt. Das Rohglycerin ist dunkelbraun und grünlich von Farbe, mit einem Gehalte von unzersetzten Fetten, Glyceriden &c. und da es im Winter schon bei einigen Graden unter Null steif wird und schließlich gefriert, so wird es oft nöthig, es im Winter in geheizten Zimmern wieder aufthauen zu lassen.

Die erste Operation besteht in der Darstellung der

*) Dingl. Journ. Bd. 206 von 1872 S. 34.

erforderlichen Salpetersäure, von welcher die Fabrik täglich bis 4000 Pfund gebraucht. Zu diesem Behufe destillirt man gleiche Gewichtstheile von Chilisalpeter und engl. Schwefelsäure, ohne in den Vorlagen Wasser vorzuschlagen, aus gußeisernen kesselförmigen Retorten, welche einen Inhalt von ungefähr 60 Kubikfuß haben. Die hierbei erhaltene Salpetersäure ist ziemlich chlorhaltig, was jedoch nichts schadet und durch einen bedeutenden Gehalt an Untersalpetersäure tief roth gefärbt. Ihre Concentration ist sehr bedeutend und schwankt zwischen 45° und 49°B., doch mischt man die Portionen verschiedener Grade in der Weise, daß man eine Salpetersäure von durchschnittlich 47° bis 48°B. erhält, die zur Nitrirung des Glycerins besonders geeignet ist. Hierauf vermischt man in einem gußeisernen Kessel je 1300 Pfd. der Salpetersäure mit 2600 Pfd. englischer Schwefelsäure und läßt die Säuren, die sich bei der Vermischung erhitzen, wenn möglich einen Tag lang zur Abkühlung stehn, bevor man sie zur Nitrirung des Glycerins verwendet. Die Nitrirung des Glycerins wird in einem hölzernen Bottig von 6,5 Fuß Höhe und 4 Fuß Durchmesser vorgenommen; der Bottig ist mit einem 1/4 Zoll starken Bleifutter ausgekleidet. Zwei Schlangen aus starkem Bleirohr von 1,25 Zoll im Lichten, liegen an der inneren Wandung des Bottigs und der von ihnen gebildete Cylinder erstreckt sich vom Boden bis zum oberen Rande. Beide Schlangen sind übrigens getrennt von einander, so daß jede ein eigenes System — zur Abkühlung des Bottig-Inhaltes dienend — bildet, welches während der Nitrirung von kaltem Wasser durchströmt wird. Muß die eine der Schlangen reparirt werden, so benutzt man während dieser Zeit die andere Schlange. Man läßt nun die in dem Kessel bereitete erkaltete Mischung von zusammen 3900 Pfd. Salpeter-Schwefelsäure in den Bottig ablaufen, setzt sie in diesem mittels eines Rührwerkes, das aus zwei runden, durchlöcherten mit Blei überzogenen Eisenplatten von 2 Fuß Durchmesser besteht, wobei die Centren der Platten in einem kleinen Abstande von einander horizontal an einer verticalen Eisenstange befestigt sind, in Bewegung; die Platten bewegen sich hierbei mittels einer Zugvorrichtung, die am oberen Ende der Eisenstange angebracht ist, im Bottig langsam auf und nieder. Diese Bewegung der Rührvorrich-

tung, welche mit einem über Rollen gehenden Seile verbunden ist, wird durch drei Arbeiter bewirkt, die 30—40 Fuß vom Bottig entfernt, hinter einem starken Erdwalle geschützt sind. Sobald also die Säure in den Bottig gelassen und der Rührer in Thätigkeit ist, wird zunächst die Wirksamkeit der erwähnten Abkühlungsvorrichtung geprüft. Man liebt es, Wasser von 6—8° zum Kühlen zu verwenden, so daß vermittels desselben die Temperatur im Bottig leicht auf 14—16°C. erhalten werden kann. Ein drei Fuß langes Thermometer, das durch den Bleideckel des Bottigs in's Innere reicht, gestattet die Temperatur im Innern zu beobachten. Ist Alles in gutem Zustande, so läßt man das Glycerin zulaufen und zwar im Ganzen zu den 3900 Pfd. Säuregemisch 630 Pfd. Auf dem Dache des Schuppens, welcher den Apparat beherbergt, ist ein Behälter aus Blech aufgestellt, der das Glycerin aufnimmt und welcher, um Holzstückchen und dgl. zurückzuhalten, mit einem doppelten Siebboden versehen ist. Aus diesem Reservoir läuft nun das dickflüssige Glycerin zu dem Säuregemisch. Sein Einfließen wird durch einen Hahn regulirt; außerdem befindet sich auf dem Bleideckel des Bottigs ein kleiner Blechkasten, in welchen das Glycerin einläuft und der in seinem Boden eine Anzahl Löcher hat, welche durch Korke, an Stäbchen befestigt, verschlossen werden können. Das Glycerin läuft nun ungefähr in daumendickem Strahle in die Säure ein. Die Temperatur steigt sofort, doch regelt man den Zufluß des Glycerins derart, daß sie nicht über 18°C. steigt. Die Erfahrung hat zwar gelehrt, daß mit der höheren Temperatur die Ausbeute von Nitroglycerin steigt, doch pflegt man trotzdem die Temperatur von 18°C. nicht zu überschreiten. Das Einfließen der 630 Pfd. Glycerin erfordert je nach der kälteren oder wärmeren Jahreszeit und der Temperatur des angewendeten Kühlwassers 1/2 bis 2 1/2 Stunden. Bei regelmäßigem Verlaufe der Operation zeigt das Thermometer nur unbedeutende Schwankungen, die jedoch sofort in sehr starkem Maße eintreten, wenn die Schlange zu wirken aufhört, oder innerhalb des Apparates einen Leck erhält. Man muß sodann den Glycerinzufluß sofort unterbrechen, die leckgewordene Schlange absperren und die andere in Arbeit treten lassen. Unter allen Umständen ist aber das Rühren fortzusetzen, indem eine Nachlässigkeit im Rühren Ge=

fahr bringen würde, da das einfließende Glycerin bei der Nitrirung eine höhere Temperatur hervorruft, welche nur durch Rühren, resp. durch Vertheilen der erhitzten Flüssigkeit vermindert werden kann. Ist alles Glycerin eingeflossen, so wird auch die Nitrirung desselben als beendet betrachtet, da diese fast augenblicklich stattfindet. Man läßt nun den ganzen, aus den Säuren, Nitroglycerin und Glyceriden bestehenden Inhalt des Bottigs über eine Bleirinne in einem dicken Strahle in einen in einem zweiten Schuppen befindlichen, halb mit kaltem Wasser gefüllten Behälter abfließen. Die Abflußrinne trägt ein Sieb, um das mitgerissene, von der Bleiwand herrührende schwefelsaure Bleioxyd zurückzuhalten; auch wird, während das Säuregemisch in das kalte Wasser einfließt, dieses mit hölzernen Krücken langsam umgerührt. Das durch die beschriebene Operation des Nitrirens aus dem Glycerin entstandene Nitroglycerin scheidet sich bei der Verdünnung mit Wasser ab und sinkt in dem Behälter, als specifisch schwerere Flüssigkeit zu Boden. Der Boden des Behälters, der meist nur aus Holz angefertigt wird, ist nach einer Seite hin etwas geneigt; in Folge dessen sammelt sich alles Nitroglycerin an der tiefst liegenden Stelle des Behälterbodens an und und kann mittels Hähnen aus Steinzeug vollständig abgezogen werden. Gewöhnlich gewinnt man bei Anwendung der oben genannten Quantitäten der Säuren und des Glycerins 1000 bis 1200 Pfd. Nitroglycerin, das man in einen kleineren Behälter von 6 Fuß Höhe und 5 Fuß Durchmesser ablaufen läßt und in diesem mit kaltem Wasser mehrmals auswäscht. Dabei wird durch einen hölzernen Rührer, der aus einer am Ende eines Stabes sitzenden Holzplatte besteht, eine Bewegung in der Flüssigkeit erzielt, welche das Auswaschen befördert. Beim letzten, dritten Waschen werden 15 bis 20 Pfd. Sodalösung zugesetzt. Die verdünnte Säure des ersten und zweiten Behälters läuft in den vorbeiströmenden Fluß. Es ist dies in Rücksicht auf die, in Gebrauch gezogenen Quantitäten kein geringer Verlust, indem im Ganzen täglich 7000 bis 8000 Pfd. Schwefelsäure verloren gehen.

Nach dem Waschen im zweiten Waschbehälter ist das Nitroglycerin immer noch nicht genügend von Säuren befreit. Um vollständig neutralisirt zu werden, wird es in einen dritten Schuppen geleitet. Sowohl zwischen dem ersten und zweiten,

zwischen dem zweiten und dritten Schuppen sind 30 Fuß starke Erdwälle angelegt, um die Schuppen von einander zu trennen. In dem dritten Schuppen ist die sogenannte Buttermaschine, d. h. ein 4 1/2 Fuß hoher und 4 Fuß weiter Holzbottig, in welchem sich zweckmäßige Rührer befinden, die ein Arbeiter vermittels eines Getriebes in rasche Umdrehung versetzt. Das fertig zu waschende Nitroglycerin kömmt nun in der Buttermaschine mit circa 50 Pfd. concentrirter Soda zusammen, wird mit dieser ungefähr eine Stunde lang zur innigen Mischung durchgeschüttelt, bis eine Probe des Nitroglycerins mit Lackmus keine saure Reaction mehr zeigt (Lackmus nicht mehr röthet). Das auf diese Weise vollständig gewaschene Nitroglycerin oder sogenannte Sprengöl wird dann mittels eines Hahnes abgelassen und von der alkalischen Flüssigkeit getrennt; es läuft durch ein Filztuch, auf welchem das noch darin suspendirt gewesene schwefelsaure Bleioxyd zurückgehalten wird und sammelt sich in einem mit Blei ausgeschlagenen Reservoir fertig zum Gebrauche. Wie schon angedeutet schwankt die Ausbeute zwischen 950 bis 1200 Pfund. Am größten ist die Ausbeute im Winter, am kleinsten im Sommer, wo die Operation sehr langsam vor sich gehen muß. Zur Ueberführung des Nitroglycerins oder Sprengöls in Dynamit, dient bekanntlich die Infusorienerde. Diese hat im natürlichen Zustande drei Bestandtheile, welche zunächst entfernt werden müssen, nämlich: Wasser, organische Substanzen und gröbere Kieselkörner. Um das Wasser und die organischen Substanzen zu entfernen, calcinirt (glüht) man die Infusorienerde. Man benutzt dazu zweckmäßig construirte Calciniröfen mit vier übereinanderliegenden Etagen, in denen die Infusorienerde von der oberen nach der unteren Etage allmälich vorgeschoben und bis zur Rothgluth erhitzt wird, wobei sich das Wasser verflüchtigt und die organischen Substanzen verbrennen. Zuletzt wird die Erde zwischen Walzen zerdrückt und durch ein Drahtsieb geworfen, das die gröberen Kieselkörner, die sich zu 10—15 Procent in der Erde befinden, zurückhält. Die Infusorienerde ist nun zum Gebrauche fertig. In demselben Schuppen, in welchem das sogenannte Buttern d. h. die letzte Entsäuerung des Nitroglycerins vorgenommen wird, findet auch die Vermischung desselben mit der präparirten Infusorienerde statt. Es werden 50 Pfd. der letzteren in

einem flachen Holzkasten mit 150 Pfd. des Nitroglycerins übergossen, worauf der Arbeiter die Masse mit der bloßen Hand auf das Innigste durcharbeitet. Nach halbstündiger Durchmischung bringt man das feuchte Gemenge auf Siebe von Eisendrahtgeflecht, deren Maschen nur 0,5 Linien weit sind und reibt sie mittels der Fläche und des Ballens der Hand durch das Sieb, wobei die noch vorhandenen gröberen Kieselkörnchen zurückbleiben. Die durchgeriebene Masse ist fertiger Dynamit, welcher nur noch in Patronen geformt zu werden braucht.

Die Dynamitpatronen sind ganz einfache kleine Cylinder, in denen gepreßter Dynamit mit einer primitiven Umwicklung von starkem Pergamentpapier versehen ist. Man verfertigt drei verschiedene Sorten, nämlich 1) gewöhnliche Dynamitpatronen von 1—4 Zoll Länge und 1 Zoll Durchmesser; 2) Zündpatronen von 1 Zoll Länge und 1 Zoll Durchmesser; 3) Zündpatronen für gefrornen Dynamit. Die gewöhnlichen Dynamitpatronen werden beim Gebrauche gewöhnlich von ihrer Papierhülle befreit und im Bohrloche festgedrückt. Die Zündpatronen dienen zur Aufnahme des Zündhütchens resp. der Zündschnur, die in dem Zündhütchen festgeklemmt wird. Die Zündpatronen für gefrorenen Dynamit enthalten außer Dynamit noch Gemenge von Salpeter und Colophonium oder von chlorsaurem Kali und Schwefelantimon oder ähnlichen Zusätzen, die durch das Zündhütchen zuerst entzündet werden und sodann den gefrorenen Dynamit mit zur Explosion bringen. Die Patronen werden zunächst in kleine Pappkisten von 5 Pfd. Inhalt gepackt und diese in größeren Holzkisten versandt.

Zum Lagern der Patronen werden kleinere Schuppen verwendet, welche mehrere Hundert Centner fassen können und abseits von der Fabrik in Erdvertiefungen liegen. Der Transport geschieht zu Wagen, da die Eisenbahnen den Transport verweigern. Nur Oesterreich hat, im Vertrauen auf die Ungefährlichkeit des Dynamits, den Transport auf seinen Eisenbahnen gestattet und es ist in der That mit Dynamitsendungen auf Eisenbahnen noch kein Unglücksfall vorgekommen. Der Preis des Dynamits im Handel beträgt durchschnittlich 16—22 Silbergroschen pr. Pfund. Seine Herstellungskosten an Ort und Stelle betragen ungefähr 6½ Silbergroschen; doch sind allerdings noch die Zinsen der durch die Explosionen an-

gerichteten Schäden, sowie die Pensionen für die Hinterbliebenen der verunglückten Arbeiter mit in Betracht zu ziehen. Auf dem Continente werden gegenwärtig jährlich ungefähr 1 1/4 Millionen Pfund Dynamit producirt.

In neuester Zeit hat man als Ersatz für die Infusorienerde gewisse, den Kaolinen nahestehende Thone zur Dynamitfabrikation empfohlen, namentlich den englischen China clay, welcher massenhaft aus England eingeführt wird und in Papierfabriken, Steingutfabriken ꝛc. Verwendung findet. Dieser eignet sich ganz vorzüglich zur Darstellung des Dynamits. Der China clay, überhaupt der Thon, den man verwenden will, wird nach gelindem Glühen fein gemahlen und bietet dann ein Material dar, welches der Infusorienerde in keiner Weise nachsteht, ja sogar in Folge der alkalinischen Beschaffenheit des Thons auf die Haltbarkeit des Dynamits nur günstig einwirken kann. Durch Anwendung von calcinirtem Thon wird der oft sehr weite Transport der Infusorienerde vermieden und in Ländern, wo gegenwärtig die Zusammensetzung des Dynamits Gegenstand von Erfindungspatenten ist, können diese Patente mit Hülfe des Thons zweckmäßig umgangen werden.

Harze.

Harzöl. Das Harzöl ist ein Produkt der trockenen Destillation von amerikanischem Harze und wird gegenwärtig in sehr bedeutenden Quantitäten producirt, da es eine vielseitige technische Anwendung gefunden hat. Gewöhnlich benutzt man zur Destillation des Harzes gußeiserne Kessel, die mit Helm, Kühlvorrichtung und Vorlage versehen und häufig auch so construirt sind, daß man die Destillation eine Zeit lang ohne Unterbrechung darin fortsetzen kann, indem aus einer Art Vorwärmer immer neues geschmolzenes Harz zufließt. Zuerst entwickelt sich aus dem Harze, wenn dieses in einem Kessel erhitzt wird, ein flüchtiger Kohlenwasserstoff, sogenanntes leichtes Harzöl oder Pinolin, welcher für sich aufgesammelt wird; dann folgt das eigentliche „Harzöl“ oder schwere Harzöl als Hauptprodukt der Destillation und zurück bleibt zuletzt eine schwarze, pechartige Masse, das sogenannte Schmiedepech.

Das eigentliche oder schwere Harzöl nimmt beim Lagern

auf Fässern eine dunkelveilchenblaue Färbung an und wird dann gewöhnlich blaues Harzöl genannt. Um es zu reinigen, wird es einen Tag lang, unter steter Ersetzung des verdampfenden Wassers, mit Wasser gekocht, und am folgenden Tage das Wasser davon abgezogen; das Harzöl selbst wird sodann mit Aetznatronlauge von 36° B. verseift, wobei eine beinahe feste Masse entsteht, welche man von Neuem einer Destillation so lange unterwirft, als noch Harzöl übergeht; das erhaltene Produkt ist einfach rectificirtes Harzöl, oder „Côdoel secunda“, welches in eisernen Gefäßen, über einer dünnen Lage von Gyps aufbewahrt wird, wodurch man nach wenigen Wochen wasserfreies, klares Côdoel erhält. Durch eine Wiederholung der ganzen Operationen wird zweimal rectificirtes Harzöl oder Côdoel prima erhalten. Die Rückstände beider Operationen werden unter das Schmiedepech geschmolzen.

Das Harzöl ist namentlich als Material zur Fabrikation verschiedener Wagenfettsorten fast unentbehrlich und findet hierzu eine ausgedehnte Anwendung. Das sogenannte blaue englische Patent-Wagenfett, das engl. Palmölwagenfett, das gelbe, braune, grüne und schwarze Wagenfett, bestehen sämmtlich aus einer Mischung von Kalkhydrat mit rohem schweren Harzöl und werden nach J. C. Leuchs auf folgende Weise bereitet: Zunächst stellt man die eigentliche Grundsubstanz aller dieser Wagenfettsorten dar, nämlich die Harzölkalkseife, indem man zu 100 Thln. Harzöl, die sich in einem eisernen Kessel befinden, 80 Thle. von zu Pulver gelöschtem Kalk (Kalkhydrat), einrührt und die Mischung unter beständigem Umrühren erhitzt, bis sie sich in einen gleichartigen, klumpenfreien Teig verwandelt hat, der zuletzt vom Rührscheite wie Syrup abfließt. Blaues Patent-Wagenfett gewinnt man dadurch, daß man zunächst 500 Thle. rohes schwarzes Harzöl eine Stunde lang mit 2 Pfd. Kalkerdehydrat erhitzt, hierauf etwas erkalten läßt, das Oel vom Bodensatze abschöpft und noch warm mit 10—12 Pfd. Harzölkalkseife auf das Innigste vermischt, bis alles butterartig und blau ist. Das gelbe Patentfett erhält man durch Versetzen des blauen Fettes mit 6 Proc. einer Curcumalösung, welche durch Kochen von 1 Thl. Curcuma mit 20 Thln. Aetzlauge bereitet worden. Zur Darstellung des schwarzen Patentfettes werden je 100 Thle. des blauen Prä-

parates mit 2 Thln. Kienruß, der vorher in Harzöl abgerieben worden, innig vermischt. Zur Darstellung des Patent-Palmöl-Wagenfettes vereinigt man zunächst 10 Thle. Harzölkalkseife mit 10 Thln. Palmöl durch Schmelzen und Rühren; mit dieser Masse vermischt man dann zunächst 500 Pfd. Harzöl und noch soviel Harzölkalkseife (2 bis 3 Pfd.), daß Alles butterartig erscheint; zuletzt werden noch 7 bis 8 Pfd. einer Aetznatronlauge zugerührt, die man erhält, indem man 79 Thle. calcinirte Soda von 80° mit 200 Pfd. Wasser und 35 Pfd. zu Brei gelöschtem Kalk kocht. Als Ersatzmittel für Harzöl benutzt man in neuerer Zeit häufig auch Paraffinöl aus Braunkohlentheer, welches man dadurch dicker macht, daß man es mit etwas Bleipflaster zusammen schmilzt.

In großen Quantitäten wird das gereinigte Harzöl zur Verfälschung des Fischthrans benutzt, welche Fälschung sich jedoch durch den Harzgeruch und das starke Opalisiren eines solches Thranes ziemlich leicht erkennen läßt. Auch zur Erzeugung verschiedener Sorten von Brauerpech ist das Harzöl sehr geeignet. Das gewöhnliche Harz ist nämlich für sich allein zu spröde und würde von den Fässern abspringen; es wird dagegen zähe, wenn man es mit 10—15 Proc. von rectificirtem Harzöl prima versetzt, welches man vorher mit einer entsprechenden Menge feinsten Goldockers zu sehr feiner Farbe verrieben hat. Auch als Zusatz zu Schusterpech, Bürstenpech, Fackelpech und dergleichen Fabrikaten wird Harzöl vielfach benutzt. Ordinären Flaschenlack bereitet man durch Zusammenschmelzen von rothtransparentem oder rothbraunem transparentem Harze mit 10 Proc. Talg, 3—5 Proc. rectificirtem Harzöl und irgend einer Mineralfarbe z. B. Chromgelb, Bremerblau, Ultramarin, Zinnober, Chromgrün, Kreide, Umbra, Kienruß und für Goldlack, Goldstreusand.

Um aus Schellack den bekannten Pariserlack zu bereiten soll man nach R. Gräger*) 1 Thl. guten Schellack, in einer großen Flasche, auf dem Wasserbade in 3—4 Thln. 92 procentigem Alkohol auflösen und diese Auflösung nach und nach mit so viel destillirtem Wasser (auf 3 Thle. des angewandten Alkohols braucht man ungefähr 1 Thl. Wasser)

*) Böttger's Polytechn. Notizblatt 1872 Nr. 15.

versetzen, bis sich eine käseartige Masse abscheidet und die darüber stehende Flüssigkeit vollkommen klar erscheint; das Ganze wird dann durch Leinwand colirt, der Kuchen ausgepreßt und die abfiltrirten und abgepreßten Flüssigkeiten vereinigt, und durch Papier filtrirt, was rasch von Statten geht. Die klare Flüssigkeit wird sodann in eine kleine Destillirblase gegossen, der Weingeist davon abdestillirt, das Harz herausgenommen und auf dem Wasserbade getrocknet, bis es nicht mehr an Gewicht verliert. Dieses Harz wird nun mit dem Doppelten seines Gewichtes absolutem oder wenigstens 96—98 procentigem Alkohol aufgelöst und die Lösung mit etwas Lavendelöl parfümirt. Hauptsache ist, daß man in beschriebener Weise präparirtes und vollständig getrocknetes Harz, sowie möglichst absoluten Alkohol anwendet, indem ein Wassergehalt die guten Eigenschaften dieses Lackes beeinträchtigt. Der so dargestellte Pariserlack bildet eine vollkommen klare, durchsichtige Flüssigkeit von kastanienbrauner Farbe; auf Holz aufgetragen trocknet er sehr schnell, ohne sich dabei zu trüben und ohne streifige Fältchen zu bilden, zu einen völlig ebenen, glänzenden und glatten Ueberzuge; er wird hauptsächlich zum Ueberziehen von Holzstechereien gebraucht.

Organische stickstofffreie Säuren.

Weinsäure.

Fabrikation der Weinsäure. Nach M. Kurtz*) benutzt man außer rohem Weinstein auch die Weinhefe, sowie die Rückstände der Seignettesalz-Fabrikation und der Weinstein-Raffinerie zur Weinsäure-Gewinnung. Mag man das eine oder andere Rohmaterial benutzen, so zerfällt die Weinsäurefabrikation immer in 2 Hauptoperationen, nämlich in die Darstellung des weinsauren Kalks und in die Abscheidung der Weinsäure aus diesem. — Die Darstellung des weinsauren Kalks beruht bei Anwendung von rohem Weinstein darauf, daß man 10—15 Ctr. des letzteren in einen großen Bottig (von ungefähr 100 Hektoliter Inhalt), der zu 4/5 mit Wasser gefüllt ist, einträgt, das Wasser mittels

*) Chemisches Centralblatt 1871 Nr. 45.

Dampf zum Sieden erhitzt und während der Dauer der Operation mittels eines Rechens in Bewegung erhält. Ist die Flüssigkeit siedend heiß, so wird der Dampf abgesperrt und durch Neutralisation mit gepulverter Kreide zunächst die eine Hälfte der im Weinstein enthaltenen Weinsäure als weinsaurer Kalk niedergeschlagen, während die andere Hälfte der Weinsäure als neutrales weinsaures Kali in Lösung bleibt; hierbei entweicht sehr viel Kohlensäure, für deren rasche Entfernung gesorgt werden muß, um die Arbeiter gegen die dadurch mögliche Erstickungsgefahr zu schützen. Theoretisch bedarf man zur Neutralisirung von je 18,8 Thln. Weinstein 5 Thle. Kreide; da aber der rohe Weinstein höchst selten mehr als 80 Proc. saures weinsaures Kali enthält, so erreicht die Praxis natürlich diesen Bedarf nicht. Auch darf man nicht vollständig neutralisiren, weil sonst die im rohen Weinstein als Verunreinigungen mit vorhandenen Stoffe, besonders Magnesia, Thonerde und Eisenoxyd, die im späteren Verlaufe der Fabrikation sehr störend sein würden, mit zu Boden fallen. Bei Weinsteinsorten, die sehr reich an den genannten Verunreinigungen sind, thut man wohl, beim Beginn der Operation etwas Salzsäure (20—25 Pfd.) zuzusetzen und nicht vollständig zu neutralisiren, da man sonst später durch das Auftreten von Bittersalz und Alaun in den Mutterlaugen der Weinsäure unangenehm überrascht würde.

Zur Ueberführung des nach der Behandlung mit Kreide in Lösung verbleibenden neutralen weinsauren Kalis in weinsauren Kalk, benutzt man jetzt gewöhnlich Gyps, dessen erforderliche Menge sich aus dem Verbrauche an Kreide berechnen läßt. Auf 5 Thle. Kreide kommen 8,6 Thle. Gyps. Es hindert natürlich Nichts, den Gyps schon vor oder während der Neutralisation mit Kreide zuzusetzen, auch schadet ein Ueberschuß an Gyps nicht. Die Reaction des Gypses auf das neutrale weinsaure Kali, welche beiden Körper sich durch Austausch ihrer Bestandtheile in weinsauren Kalk und schwefelsaures Kali verwandeln, geht ziemlich langsam von statten und erfordert, besonders wenn die Flüssigkeit sehr concentrirt ist, einige Stunden. Um zu sehen, ob die Reaction vollendet ist, filtrirt man eine abgekühlte Probe ab und versetzt mit Essigsäure. Entsteht der bekannte Niederschlag (von saurem weinsaurem Kali)

nicht mehr, so ist die Reaction beendigt. Ist dieses Ziel erreicht, so läßt man den Inhalt des Bottigs auf circa 50°C. sich abkühlen und sodann in einen anderen, zum Absetzen des weinsauren Kalks bestimmten ablaufen, wobei man ihn ein Sieb passiren läßt, um die im rohen Weinstein nur zu häufig vorkommenden fremden Körper, wie Holzspäne, Treber, Stücke geschmolzenen Schwefels ꝛc. zurückzuhalten. Nach 3—4 Stunden hat die Flüssigkeit sich auf circa 25°C. abgekühlt und der weinsaure Kalk sich gesetzt, so daß die überstehende Lauge mit einem Heber abgezogen und zum ersten Male ausgesüßt werden kann, wobei man den weinsauren Kalk mittels eines Rechens wieder aufwirbeln läßt. Ein dreimaliges Decantiren genügt gewöhnlich, um den weinsauren Kalk hinlänglich rein für die Weiterverarbeitung zu erhalten.

Wie schon erwähnt, dient auch die Weinhefe als Material zur Bereitung von weinsaurem Kalk und Weinsäure. Die Weinsäure enthält 7 bis 20 Procent weinsaure Salze. Sie scheidet sich bekanntlich in dem der Mostgewinnung folgenden Frühjahre nach beendeter Hauptgährung als sogenanntes Geläger, von welchem der Wein abgezogen werden muß, ab und zwar in einer Menge von ungefähr 5 Proc. des Weins. Diese Hefe (flüssiges Geläger) kann noch für sich abgepreßt werden, wodurch man ungefähr 5/8 ihres Gewichtes sogenannten Preßwein erhält. Die übrigen 3/8 bleiben dann als teigartige Hefe (gepreßtes Geläger) zurück. Früher wurde diese Hefe nur als Dünger verwendet. E. von Seibel zu Liesing bei Wien hat sie nach Kurtz zuerst auf Weinsäure verarbeitet. In der Zeit wo der Wein abgelassen wird, die Hefe also frisch ist, benutzt man sie gleich feucht und zwar theils gepreßt, theils ungepreßt, um die Weinsäure daraus abzuscheiden. Für den übrigen Theil des Jahres wird die Hefe sehr stark gepreßt und getrocknet (trockenes Geläger). Bei der Verarbeitung der feuchten, gepreßten oder ungepreßten Hefe, unterwirft man die Hefe zunächst einer Destillation mit Wasser, behufs Ausscheidung des in derselben noch enthaltenen Alkohols und gewinnt hierbei 1—4 Proc. eines Weingeistes, den man Lagerbranntwein nennt und der, da er ein vorzügliches Material zur Liqueurbereitung darstellt, sehr gut bezahlt wird. Das nebenher erhaltene Fuselöl

soll nach Kurtz einen entsetzlichen Geruch (wenigstens bei ungarischer Weinhefe) besitzen und aus Amylalkohol und caprin- und caprylsaurem Amyl bestehen. Nach Beendigung der Destillation wird die Hefe, wenn nöthig, mit Wasser verdünnt, mittels einer Pumpe oder eines Monte-jus in einen großen Bottig (von circa 100 bis 150 Hektoliter Inhalt) gehoben. Man füllt circa 50 Ctr. Hefe in den Bottig, füllt mit Wasser beinahe voll nach, gießt etwa 1 Ctr. rohe Salzsäure zu, setzt das Rührwerk in Gang und erhitzt mittels Dampf bis beinahe zum Sieden. Ist dieser Punkt erreicht, so stellt man Rührwerk und Dampf ab und wartet einige Stunden, bis die unlöslichen Hefetheilchen sich zu Boden gesetzt haben. Die über dem Bodensatze befindliche klare Flüssigkeit wird mittels Heber abgezogen in einem zweiten Bottig von entsprechender Größe und unter beständigem Bewegen mit gepulverter Kreide so neutralisirt, daß noch eine geringe saure Reaction verbleibt. Durch das sich mitbildende Chlorcalcium wird alle Weinsäure als weinsaurer Kalk niedergeschlagen. Hierauf wird die Flüssigkeit in einen dritten Bottig abgelassen, woselbst der weinsaure Kalk sich absetzt und ausgesüßt wird. Den schlammigen Bodensatz unlöslicher Hefetheilchen, der sich im ersten Bottig absetzt, preßt man mittels Dampf oder comprimirter Luft durch Filterpressen, ähnlich den in den Zuckerfabriken gebräuchlichen und gewinnt so auch die hierin enthaltene Weinsäure. Den Preßrückstand kann man auf Frankfurter Schwarz oder Potasche verarbeiten.

Hat man getrocknete Hefe zu verarbeiten, welche dadurch gewonnen worden, daß man das gepreßte Geläger in faustgroße Stücke zerschneidet und an der Luft trocknet, so wird diese trockne Hefe auf einer gewöhnlichen Mahlmühle in Mehl verwandelt, was keine Schwierigkeit verursacht. Von dem Hefenmehl trägt man dann 18—25 Ctr. in einen Bottig von 100 bis 150 Hektoliter Inhalt ein, füllt mit Wasser auf, setzt 50—100 Pfd. rohe Salzsäure zu, bewegt die Flüssigkeit mittels eines Rechens, erhitzt sie durch Einleiten von Dampf bis beinahe zum Kochen, stellt das Rührwerk ab, läßt absetzen und verfährt dann wie bei der Verarbeitung von frischer Hefe. Der aus Weinhefe dargestellte weinsaure Kalk zeichnet sich vor dem aus Weinstein erhaltenen wesentlich aus; er ist reiner und

weißer, leichter auszuwaschen und die aus demselben abgeschiedene Weinsäure ist bedeutend krystallisationsfähiger. Ganz ähnlich wie die Hefe verarbeitet man auch die Rückstände von der Fabrikation des Seignettesalzes und der Weinsteinraffinerieen.

Die zweite Hauptoperation der Weinsäurefabrikation besteht nun in der Darstellung der Weinsäure aus dem weinsauren Kalk. Diese Operation kann von derjenigen der Darstellung des weinsauren Kalks räumlich oder örtlich getrennt sein. Der weinsaure Kalk wird behufs der Weinsäurebereitung stets durch Schwefelsäure zersetzt. Theoretisch bedarf man auf 9,4 Thle. weinsauren Kalk 4,9 Thle. Schwefelsäurehydrat. In der Praxis muß man mehr Säure anwenden; einestheils, weil man nie ein reines Schwefelsäurehydrat hat; anderntheils weil nur aus stark mineralsauren Lösungen schöne große Krystalle von Weinsäure zu erhalten sind, während die Gegenwart geringer Mengen weinsauren Kalks oder schwefelsauren Kalis (von mangelhaftem Aussüßen des weinsauren Kalks herrührend) in der Weinsäurelauge zu ganz fatalen Krystallisationen führt. Ist der weinsaure Kalk frisch dargestellt, so greift man nicht fehl, wenn man zu seiner Zersetzung ebensoviel englische Schwefelsäure anwendet, als man zuvor Kreide zum Neutralisiren gebraucht hat. Man mischt in einer passenden Mulde den weinsauren Kalk nach und nach mit der Schwefelsäure, giebt so viel als nöthig Wasser zu, um einen rührbaren Brei zu erhalten, erhitzt mit Dampf auf circa 75°C. und rührt die Masse mit einem passend geformten Rührscheit um. Anfangs schäumt die Masse stark, das Schäumen läßt aber bald nach, worauf man eine Probe abfiltrirt. Zu dieser Probe setzt man Chlorcalcium (in der Praxis von 23° Baumé) und beurtheilt nach Erfahrung aus der Menge des entstehenden Gypsniederschlages den weiteren Zusatz von Schwefelsäure, um den nöthigen Ueberschuß derselben zur Anwendung zu bringen. Man filtrirt sodann in hölzernen Kästen, die mit Blei, Stroh und Filz ausgeschlagen sind, die Weinsäurelauge vom Gyps ab und dampft die Lauge, mit Dampfschlangen in Bleipfannen kochend ein, wobei sich noch etwas Gyps abscheidet. Wenn die Lauge concentrirter wird, darf man die Temperatur nicht über 70—75°C. gehen lassen, weil sonst die Schwefelsäure verkohlend auf die Weinsäure einwirken würde. Hat die Lauge 40°B. er=

reicht, so wird sie in mit Blei gefütterte Kästen oder große Thonschalen abgezogen und der Krystallisation überlassen. Mit Thonschalen läßt sich natürlich schneller arbeiten, da die Krystallisation in denselben im dritten Theile der Zeit vollendet ist; aber die Krystalle sind kleiner, was jedoch bei der noch nicht entfärbten Säure nichts zu bedeuten hat. Die Mutterlaugen werden noch dreimal concentrirt; die letzte Mutterlauge wird wieder als Rohmaterial behandelt. Die gewonnenen Krystalle werden in einer kupfernen Centrifuge geschleudert, wieder aufgelöst, mit Spodium bei einer Concentration von 27°B. entfärbt, durch Filtrirkörbe filtrirt, etwas Schwefelsäure zum Zwecke besseren Krystallisirens zugesetzt, auf 35—40°B. eingedampft und wieder in die Bleikästen zum Krystallisiren abgezogen. Man erhält nun schöne, weiße (spießige) Krystalle. Diese werden geschleudert, getrocknet und gesiebt. Die so bereitete Weinsäure ist immer etwas schwefelsäure- und bleihaltig. Zu pharmaceutischen Zwecken wird die technische Weinsäure nochmals aufgelöst, keine Schwefelsäure zugesetzt, auf höchstens 35°B. eingedampft und in Thonschalen krystallisirt. Die erhaltenen Krystalle werden nicht geschleudert, sondern nur getrocknet; sie sind in Größe und Form wesentlich verschieden von der technischen Säure, zeigen weniger ausgeprägte Hemiëdrie und enthalten bedeutend weniger Blei und Schwefelsäure. Was beim Absieben abfällt wird auf Quetschmühlen gepulvert und kommt als präparirte Säure in den Handel. Sie ist meistens die unreinste. Noch ist zu bemerken, daß der Gyps, welcher sich bei Zersetzung des aus der Weinhefe dargestellten weinsauren Kalks abscheidet, so rein ist, daß man ihn verwenden kann, um die Ausscheidung des weinsauren Kalks aus Weinstein in der oben (s. S. 343) beschriebenen Weise zu bewirken.

Das Raffiniren des Weinsteins wird nach Kurtz am zweckmäßigsten ausgeführt, indem man den rohen, zu raffinirenden Weinstein mahlt, in großen Bottigen, nach Zusatz von Salzsäure in der nöthigen Menge Wasser kochend auflöst, Spodium zusetzt und durch Filterpressen drückt. Man erhält einen Weinstein, der nach nochmaligem Umkrystallisiren als rein zu betrachten ist. Ein Ueberschuß von Spodium muß jedoch vermieden werden, weil die Krystalle sonst grau werden.

Werthbestimmung des Weinsteins. 4,7 Gramme

(1/4 Aequivalent) rohen Weinsteins werden nach Kurtz abgewogen, aufgelöst und mit Normalnatronlauge — und Lackmus als Indicator — titrirt. Die gefundenen Cubikcentimeter multiplicirt man mit 4, um den Procentgehalt an wirklichem Weinstein zu finden. Viele rohe Weinsteinsorten enthalten aber 10 Proc. und mehr weinsauren Kalk, der uns beim Titriren entgeht; derselbe setzt sich am Boden ab und ist leicht kenntlich durch seine Löslichkeit in Salzsäure. Die meisten ungesiebten Rohweinsteinsorten des Handels sind mehr oder weniger absichtlich verfälscht, theils mit Sand, theils mit getrockneter Hefe. Lange bevor man die Hefe auf Weinsäure verarbeitete, bestand schon z. B. zu Altofen eine regelrechte Fabrik, in welcher Hefe in Weinsteinkrusten ähnliche Stücke gepreßt, mit Weinsteinpulver bestreut und getrocknet wird, um den besseren Weinsteinsorten beigemengt zu werden.

Die außerordentlich schwankende Zusammensetzung der Weinsteinsorten des Handels und die Nothwendigkeit den Weinstein sorgfältig zu untersuchen, bevor man ihn kauft, ergiebt sich am schlagendsten aus den nachstehenden Angaben von J. C. Sticht*) über die Zusammensetzung verschiedener Handelssorten von rohem Weinstein.

Blonde rohe Weinsteinsorten

	Weinstein.	Weinsaurer Kalk.	Bezugsquellen.
1.	41,36 Proc.	52,00 Proc.	Spanien
2.	84,60 „	10,40 „	„
3.	34,00 „	33,80 „	Deutschland.
4.	84,50 „	7,80 „	„
5.	77,00 „	9,00 „	„
6.	75,00 „	10,40 „	Oesterreich
7.	88,36 „	9,00 „	Messina
8.	84,60 „	7,80 „	„

Rothe rohe Weinsteinsorten.

	Weinstein.	Weinsaurer Kalk.	Bezugsquellen.
1.	90,00 Proc.	4,00 Proc.	Oporto
2.	62,00 „	11,70 „	„
3.	48,00 „	5,25 „	„
4.	71,44 „	7,80 „	„
5.	77,00 „	7,50 „	„
6.	75,00 „	13,00 „	Messina
7.	75,00 „	9,00 „	„

*) Wittstein's Vierteljahrsschrift für praktische Pharmacie 1871.

Essigsäure.

Bekanntlich ist die Fabrikation von ächtem Weinessig, wie sie an einigen Orten Frankreichs z. B. in Orleans seit alten Zeiten üblich, mit verschiedenen Mängeln behaftet, von welchen besonders der langsame Gang der Essigbildung und die geringe Produktion im Verhältniß zur Größe der Anlagen hervorzuheben sind. In neuerer Zeit soll nun ein von Pasteur erfundenes neues Verfahren zur Weinessigbereitung an Stelle des alten zur praktischen Ausführung gekommen sein, welches wesentliche Vortheile bietet, falls sich die hierüber bekannt gemachten Angaben bestätigen. Nach dem neuen Verfahren benutzt man Bottige von 125 Liter Inhalt, die in einem auf 20—25° C. erwärmten Raume stehen und deren Formen der Art gewählt sind, daß ihrer möglichst viele in den Arbeitsräumen untergebracht werden können. Diese Bottige werden mit einem Gemisch von fertigem Essig und Wein gefüllt und auf die Oberfläche wird Essigpilz ausgesäet. Dazu hebt man mittels Holzspateln, die zur Verhinderung des Anhaftens angenäßt sind, etwas von der Pilzschicht von der Flüssigkeit ab, die damit bedeckt ist, taucht diese Spatel vorsichtig mit dem äußersten Rande in die frische Flüssigkeit und schiebt den Essigpilz herunter, der sich dann auf der Oberfläche der Flüssigkeit ausbreitet und schon nach 18 Stunden dieselbe vollständig bedeckt. Mit der Entwicklung der Pflanze beginnt die Essigbildung unter gleichzeitiger ansehnlicher Wärmeentwicklung und nach 9 bis 10 Tagen ist die ganze Flüssigkeit in Essig übergegangen, wenn man nur so viel Wein angewandt hatte, als die Pflanze mit Rücksicht auf ihre Oberfläche umzuwandeln vermag. Nach erfolgter Essigbildung hat der Pilz seine Funktion vollbracht, die Pilzdecke zerreißt und fällt im Bottig zu Boden. Der Essig, welcher gleichzeitig erkaltet, wird zum Lagern auf Fässer abgezogen. 100 Liter Wein sollen nach dieser Methode 95 Liter Essig liefern. Nachdem der Essig abgezogen worden, wird der Bottig mit Wasser durch Abbürsten von allen Pilztheilen vollständig gereinigt und dann von Neuem mit der Mischung von Essig und Wein angefüllt.

Nach Henri Violette*) erhält man aus essigsaurem Natron eine explosive Mischung, wenn man gleiche Theile von vollständig entwässertem essigsaurem Natron und wasserfreiem salpetersaurem Kali auf das Innigste zusammenreibt oder bei einer Temperatur, welche 300°C. nicht übersteigen darf, zusammenschmilzt. Bei 300° schmilzt nämlich diese Mischung, ohne sich zu zersetzen, zur farblosen durchsichtigen Flüssigkeit; steigert man aber die Temperatur bis 350°, so entsteht plötzlich ein schwaches Sieden und in diesem Augenblick erfolgt eine Explosion unter Knall und Entwicklung von Licht und Rauch, ganz so wie bei der Verbrennung des Schießpulvers, während nur ein sehr geringer Rückstand von kohlensauren Alkalien bleibt. Auch durch einen glimmenden Körper, z. B. ein glimmendes Zündhölzchen kann die geschmolzene Mischung sofort zur Explosion gebracht werden. Violette glaubt, daß sich diese Mischung besonders für Feuerwerkssätze, Brandkugeln, zum Laden von Minen, in Fällen, wo eine langsame Verbrennung von Vortheil ist, eignen werde, worüber fernere Versuche entscheiden müssen.

Gerbsäure und Gerbstoffe.

Der Hauptrepräsentant der ganzen Gruppe der Gerbsäuren oder Gerbstoffe ist bekanntlich das Tannin oder die Galläpfelgerbsäure, für dessen chemische Zusammensetzung zur Zeit von den meisten Chemikern die Formel $C_{27}H_{22}O_{17}$ als die richtige anerkannt wird, ohne daß hierüber jedoch eine vollständige Uebereinstimmung erzielt werden konnte. Namentlich gehen die Ansichten der Chemiker über die eigentliche Natur oder Constitution des Tannins auseinander; denn während die Einen behaupten, daß sich bei gewissen Zersetzungsprozessen der Gerbsäure Zucker abscheide und daher die Gerbsäure als ein sogenanntes Glykosid betrachtet werden müsse, glauben sich Andere berechtigt die Glykosidnatur des Tannins zu läugnen und es ist in der That schwierig, diesen Zwiespalt zu lösen. Man muß nämlich einestheils anerkennen, daß die rohe Gerb-

*) Annales de Chimie et de Physique, 4. série t. 23 p. 306; Dingl. Journ. Bd. 203 von 1872 S. 392.

säure Glykose (Zucker) enthält und daß diese nicht als bloßer Gemengtheil in ihr enthalten ist, und doch ist es anderntheils eine ebenfalls unbestreitbare Thatsache, daß nicht allein der Zuckergehalt des Tannins von verschiedenen Forschern sehr wechselnd gefunden wurde, sondern daß man den Zuckergehalt des rohen Tannins durch ein geeignetes Reinigungsverfahren auf nur wenige Procente vermindern kann, ohne daß die entzuckerte Gerbsäure nur im geringsten veränderte Reactionen zeigt. Hugo Schiff*) hat sich bemüht, zur Lösung dieses auffallenden Zwiespalts beizutragen und hat die interessante Entdeckung gemacht, daß wenn man wohlgereinigte und gut krystallisirte, bei 100° C. getrocknete Gallussäure mit Phosphoroxychlorid bis zur Consistenz einer Emulsion mischt und erst im Wasserbade auf 100° C., später im Oelbade bis 120° C. erhitzt, unter reichlicher Entwicklung von Salzsäuregas eine Masse entsteht, aus welcher sich ein amorpher fast farbloser Körper abscheiden läßt, der sämmtliche Reactionen, Löslichkeitsverhältnisse, physikalische Eigenschaften, Geschmack &c. des Tannins besitzt, sich jedoch durch Kochen mit Salzsäure gänzlich, also ohne gleichzeitige Ausscheidung von Zucker wieder in krystallisirte Gallussäure überführen läßt, daß man also in diesem Präparate ein wirklich vollkommen zuckerfreie Gerbsäure vor sich hat. Auf Grund dieser Entdeckung betrachtet Schiff die (reine) Gerbsäure als ein alkoholisches Anhydrid der Gallussäure, höchst wahrscheinlich Digallussäure = $C_{13}H_{10}O_9$ und die in den Pflanzen vorkommende (rohe) Gerbsäure wäre dann ein sehr leicht zersetzbares Glykosid einer Polygallussäure, welche man in der am wenigsten gereinigten Gerbsäure am reinsten vor sich haben würde.

Das Tannin hat von Jahr zu Jahr eine stetig zunehmende technische Verwendung gefunden und wird zur Zeit bereits in bedeutenden Quantitäten fabrikmäßig producirt. Nach C. M. Kurtz**) ist es besonders in der Färberei als Beize für Baumwolle, Halbwolle, Seide, Halbseide, Kunstwolle u. s. w. sehr in Aufnahme gekommen und wie Kurtz bemerkt, nicht mit Unrecht; denn während der Färber bei Anwendung anderer

*) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft zu Berlin 1871 Nr. 5.
**) Württembergisches Gewerbeblatt 1872 Nr. 37.

gerbstoffhaltiger Mineralien, wie Sumach, Galläpfel, Mirobalanen, Dividivi, Knoppern ꝛc. (Artikel, deren Werth je nach dem Grade der Reife, der Zeit des Pflückens, der Art und Weise des Trocknens und dgl., ein sehr wandelbarer ist), bevor diese angewendet werden können, genöthigt ist, dieselben zu zerkleinern, zu mahlen, zu pulvern, zu sieben, abzukochen, zu filtriren ꝛc., kann er das Tannin als ein constantes Produkt ohne weiteres in Wasser auflösen und verwenden. Allerdings ist das Tannin nicht billig (1 1/3 bis 2 Thlr. pr. Kilo), aber man erspart viele Zeit, Arbeitslohn und sonstige Nebenkosten durch seine Anwendung und arbeitet damit reinlicher. 1 Kilogr. Tannin übt ungefähr die nämliche Wirkung aus, wie 40 Kilo Schmack, 18 K. Mirobalanen, 14 K. Dividivi und 11 Kilo Galläpfel, außerdem werden 5—7 Proc. Farbstoff erspart. Dazu kommt, daß auf tannirten Geweben und Gespinnsten die Farbe ungleich reiner und feuriger hervortritt.

Zur Darstellung des technischen Tannins benutzt man nach Kurtz hauptsächlich die chinesischen und japanesischen Galläpfel. Dieselben werden gut getrocknet, auf einem Stampfwerk mit Sieb in ein möglichst feines Pulver verwandelt, welches dann in kleineren oder größeren cylindrischen Gefäßen aus Weißblech, welche von Menschenhand oder mit mechanischen Mitteln geschüttelt werden, mit dem 3—4 fachen Gewichte einer Mischung von möglichst rectificirtem Alkohol und Aether viermal systematisch geschüttelt wird. Der Alkohol-Aether wird sodann von den erhaltenen, klar abgegossenen Auszügen in einer kupfernen, doppelwandigen Blase mit Dampf abgetrieben und das zurückbleibende Tannin in ungefähr der doppelten oder dreifachen Menge heißen Condensationswassers aufgenommen und einen Tag bei Seite gestellt. Es scheidet sich nun eine ziemlich bedeutende Menge eines in Wasser unlöslichen, harzartigen grünen Körpers an der Oberfläche der Tanninlösung aus, von welchem dieselbe abgezogen wird. Ist die Lösung nicht klar, so kann man dieselbe ein Kohlenfilter passiren lassen. Hierauf wird die Lösung in doppelwandigen Kesseln im Dampfbade bis zur Verjagung des Wassers eingedampft. Da eine Tanninlösung an der Luft, namentlich heiß, stark dunkelt, so ist der Zutritt der Luft möglichst zu beschränken und sind deshalb kupferne Vacuumapparate empfohlen worden.

Ist das Lösungswasser verjagt, so wird das dickflüssige Tannin in Formen von Weißblech gegossen oder geschöpft, in welchen man es erstarren läßt, worauf es in sogenannten Indigomühlen mit Kanonenkugeln gepulvert und gesiebt wird, da es im Handel als feines Pulver, das sich rasch auflöst, verlangt wird. Je mehr man bei der Extraction der Galläpfel Aether im Verhältniß zum Alkohol anwendet, desto weißer wird das Tannin. Alkohol allein löst zugleich mit dem Tannin viel Farbstoff auf. Wasser als erstes Extractionsmittel anzuwenden, ist nicht thunlich, weil es zu viel Farbstoff und sonstige fremde Substanzen löst, die dann aus der Lösung nicht mehr zu entfernen sind. Für manche technische Zwecke ist aber ein mit hochgradigem Spiritus allein dargestelltes Tannin ebenso verwendbar, wie das mit Alkohol-Aether dargestellte, dem ein Aethergeruch hartnäckig anhaftet. Das Tannin wird auch in der Pharmacie, in der Wein- und Bierpathologie ꝛc. vielfach angewendet. Manche Färber verbinden mit der Anwendung des Tannins auch noch die einer sogenannten Oel- oder Animalisirungsbeize (oleinschwefelsaures Ammoniak), welche der Farbe, namentlich dem Carmin mehr Feuer geben und eine Farbstofferſparniß erzielen lassen soll. Die Darstellung derselben ist einfach: In einer großen Schale trägt man in z. B. 30 Kilogr. bestes Baumwollsamenöl, 15 Kilo engl. Schwefelsäure von 66°B. unter Umrühren allmälig ein; die Masse erhitzt sich, entwickelt viel schweflige Säure und wird gerührt, bis sie ganz homogen geworden. Nachdem sich die Mischung, welche nun Oleinschwefelsäure enthält, wieder abgekühlt hat, trägt man in dieselbe, unter beständigem Rühren, so viel verdünnten Salmiakgeist ein, daß die Brühe bleibend darnach riecht, ungefähr 250 Kilo wiegt und einen homogenen hellgelben Seifenbrei darstellt. Ob dieselbe aber im Verhältniß zu ihrem Effekt nicht zu theuer zu stehen kommt, wagt Kurtz nicht zu entscheiden.

Um das käufliche Tannin, welches oft sehr unrein ist, zu reinigen, besonders von dem dasselbe begleitenden grünen harzigen Farbstoffe zu befreien, empfiehlt H. J. Heinz 6 Thle. des zu reinigenden Präparates in 12 Thln. warmen Wassers aufzulösen, die meistens trübe Lösung in eine Flasche zu gießen, ½—1 Thl. Aether zuzusetzen und tüchtig zu schüt-

teln. Die Flüssigkeit erscheint nun schmutzig grün und sehr trübe, klärt sich aber binnen einigen Stunden ruhigen Stehens, indem der Farbstoff flockenartig, gleichsam coagulirt zu Boden sinkt; dann wird filtrirt und das Filtrat eingetrocknet. So behandeltes Tannin ist geruchlos und giebt mit Wasser eine ganz klare Lösung. Dieses Verfahren ist eine Vervollkommnung der bereits im Jahrg. IV v. 1868 S. 369 kurz mitgetheilten analogen Vorschrift.

Nach R. Wagner*) bezeichnet man als eine allen Gerbstoffen zukommende Eigenschaft, das Verhalten derselben zu Leimlösung, in welcher die Gerbstoffe einen Niederschlag hervorrufen. Allein diese Niederschläge verhalten sich bei den verschiedenen Gerbstoffen sehr verschieden; so zeigt z. B. der mit dem Tannin der Galläpfel hervorgebrachte und mit letzterem vollständig gesättigte Niederschlag große Neigung sich zu zersetzen, während der mit einer Lösung der Gerbsäure der Eichenrinde und der Valonia erzeugte Niederschlag sich als äußerst haltbar erweist. Obgleich ferner die meisten Gerbsäuren in wässriger Lösung sich auf ein in die Lösung eingelegtes Stück Haut (Corium) niederschlagen, so erzeugen doch nur diejenigen Gerbsäuren mit der Haut ein den Anforderungen der Technik entsprechendes, namentlich der Fäulniß in gehörigem Grade widerstehendes Leder, welche mit Leimlösung haltbare Niederschläge geben, wie dieses beim Gerbstoffe der Eichenrinde in besonders vorherrschendem Maße der Fall ist. Tannin vermag wohl lederähnliche Produkte, aber kein eigentliches haltbares Leder zu bilden.

R. Wagner macht darauf aufmerksam, daß die im Handel vorkommenden Sorten des Sumach oder Schmack einen verschiedenen Ursprung und ein verschiedenes Gerbevermögen haben und je nach dem Orte ihrer Zubereitung auch verschiedenen Verfälschungen ausgesetzt sind, was zur Zeit noch nicht genügend beachtet wird. Besonders dienen zur Herstellung des Sumachs die Blätter, Blattstiele und langen Zweige von Rhus coriaria, Rhus cotinus, Rhus glabrum, Rhus canadense, Rhus tiphynum, Rhus pentaphyllum, Arbutus uva ursi und Coriaria mystifolia. Man unterscheidet im europäischen und amerikanischen Handel besonders folgende Sorten:

---

*) Deutsche Industriezeitung 1872 Nr. 10 und Nr. 11.

1. Sicilianischer Sumach von Rhus coriaria ist die geschätzteste Sumachsorte. Man unterscheidet Alcamo- oder Carini-Sumach, der als ein ziemlich feines, gut gesiebtes von Holzstückchen völlig freies, grünlich-gelbes Pulver von angenehmem, an Thee erinnerndem Geruch erscheint, von einer zweiten mehr rostgelben Sorte, die schwächeren Geruch und geringeres Gerbevermögen besitzt.

2. Italienischer Sumach, ebenfalls von Rhus coriaria, aus Mittelitalien, namentlich dem früheren Großherzogthum Toskana, ist ein schmutzig grünes Pulver, dessen Geruch dem des lohgaren Leders nicht unähnlich erscheint. Sein Gerbevermögen steht dem des sicilianischen weit nach. Er soll häufig mit Sondroblättern verfälscht werden.

3. Spanischer Sumach, von mehreren Rhus-Arten, kommt in 3 Sorten vor, als Malaga- oder Priego-Sumach; als Malina-Sumach und als Valladolid-Sumach. Von diesen ist der Malaga-Sumach am geschätztesten und es steht ihm der portugiesische oder Porto-Sumach sehr nahe.

4. Tyroler Sumach aus den Blättern und Blattstielen von Rhus cotinus bestehend, wird in Südtyrol, insbesondere im unteren Etschthal, in Istrien und Dalmatien, sowie in der Umgegend von Wien gebaut, aber häufig mit Feigenblättern verfälscht.

5. Französischer Sumach von Coriaria mystifolia, kommt in vier Sorten vor, als: Fauvis, sehr geschätzt; Donzère sehr beliebt; Redoul oder Redon wenig geschätzt; Pudis, sehr gering.

6. Amerikanischer Sumach von Rhus glabrum, canadense und tiphynum wird neuerdings in den Vereinigten Staaten in großer Menge producirt.

7. Schwedischer Sumach wird in Dalekarlien aus den Blättern von Arbutus uva ursi dargestellt, ist jedoch kein ächter Sumach, sondern nur als ein Surrogat für Sumach zu betrachten.

Nekrolog

für das Jahr 1872.

Karl Ferdinand Appun, geboren 24. Mai 1820 zu Bunzlau in Preuß. Schlesien, 1849 auf Humboldt's Empfehlung von Friedrich Wilhelm IV. nach Venezuela geschickt, das er 10 Jahre lang botanisch untersuchte, dann nach einjährigem Aufenthalte in der Heimath wieder längere Zeit im Auftrage der Britischen Regierung Guyana und die benachbarten Gegenden Südamerikas bereisend, nach mehrjährigem Aufenthalt in Deutschland im Jahre 1871 abermals nach Guyana zurückgekehrt, starb am 18. Juli in der Sträflingscolonie Massarouni an den Folgen einer Brandwunde, die er sich auf der Reise Nachts durch Schwefelsäure beigebracht hatte. Ueber seine Reisen giebt das Werk „Unter den Tropen" Rechenschaft; auf der Londoner Weltausstellung 1862 wurde ihm für seine reiche Sammlung südamerikanischer Hölzer ein Preis zuerkannt.

Jacques Babinet, berühmter Physiker, starb in Paris 21. October. Er wurde geboren zu Lusignan, Dep. Vienne, am 5. Mai 1794. Nachdem er das Lycée Napoléon besucht, trat er in die Pariser Polytechnische und hierauf in die Metzer Applications-Schule, welche er als Artillerie-Unterlieutenant verließ. Nach der Restauration gab er die militärische Laufbahn auf und wurde zunächst Professor der Physik am Collége in Fonntenay le Comte, dann in Poitiers, erhielt hierauf 1820 den Lehrstuhl der Physik an dem neugegründeten Collége Saint-Louis und wurde später Examinator für Physik, descriptive Geometrie, angewandte Analysis und Geodäsie an der Polytechnischen Schule, welche Aemter er bis an sein Lebensende begleitete. Daneben hielt er noch Vorlesungen über

Meteorologie am Athénée und vertrat Savart am Collége de France und Pouillet an der Faculté des sciences. Im Jahre 1840 wurde er an Dulong's Stelle Mitglied der Akademie. Babinet's Arbeiten verbreiten sich über die verschiedensten Theile der Physik; auch zur Popularisirung der Wissenschaft hat er viel beigetragen.

Alexander Bäntsch, um Erforschung des Saarbrückener Kohlenbeckens verdient, Verfasser einer Monographie über die Melaphyre des südl. und südöstl. Harzes, Entdecker der Leaia Bäntschiana Gein., starb 28. September in Saarbrücken.

W. Brennecke, Director der Realschule in Posen, auch als mathematischer Schriftsteller bekannt, starb 18. Mai.

Ludwig Buff, Professor der Chemie und chemischen Technologie am deutschen Polytechnikum in Prag, Verfasser mehrerer chemischer Werke, geboren 1828 in Hannover, starb in Prag am 2. December.

George Catlin, geboren 1796 in Wilkesbarre, Wyomingthal in Pennsylvanien, bekannt durch seine Reisen zu den Indianern am Missouri, in Florida, Arkansas, in Mittelamerika, in Alaska und Kamtschatka ꝛc., starb 23. December in Jersey City.

Rudolf Friedrich Alfred Clebsch, verdienstvoller Mathematiker, wurde geboren 19. Januar 1833 in Königsberg in Preußen, studirte an der dortigen Universität, ging 1854 nach Berlin, wo er in das von Schellbach geleitete mathematische Seminar eintrat, habilitirte sich 1858 an der Berliner Universität für Mathematik, ging aber gleich darauf 1858—1863 als Professor an das Polytechnicum in Carlsruhe, dann an die Universität Gießen und 1868 nach Göttingen, wo er 7. Nov vorigen Jahres an Diphtheritis starb. Außer zahlreichen Arbeiten über die verschiedensten Gegenstände aus dem Gebiete der Mathematik, die sich in dem „Journal für die reine und angew. Mathematik", in den seit 1868 von ihm in Verbindung mit Neumann in Leipzig herausgegebenen „Mathemat. Annalen", in den Schriften der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften ꝛc. finden, hat Clebsch auch eine „Theorie der Elasticität fester Körper" (Leipzig 1862) und eine „Theorie der binären algebraischen Formen" (Leipzig 1872), sowie im Verein mit Gordan eine „Theorie der Abel'schen Functionen" (Leipzig 1867) veröffentlicht.

Francis Rawdon Chesney, englischer General, geboren 1789 zu Ballgrea in Irland, starb 31. Januar auf seinem Landsitze bei Kilkell in Irland. Nachdem er 1828 und 1829 die Schlachtfelder des russisch-türkischen Krieges besucht hatte, wurde er durch den englischen Gesandten in Constantinopel, Sir Robert Gordon, nach Egypten geschickt, um die Ueberlandroute nach Indien zu studiren. In einer im Jahre 1830 an Gordon geschickten Denkschrift brachte er dann die Durchstechung der Landenge von Suez, wesentlich in der Weise, wie sie Lesseps nachher ausgeführt, in Vorschlag. Erst nach Vollendung des Suezkanales fand man diese Arbeit in den Akten des Auswärtigen Amtes in London wieder. 1830 ging er nach Syrien und Mesopotamien und 1835 stand er an der Spitze der

großen Euphratexpedition, deren Ergebnisse er in einem besondern Werke beschrieben hat. Auch mehrere militärische Schriften hat er verfaßt, darunter 1852 ein sehr geschätztes Werk über Feuerwaffen.

Charles Pierre Mathieu Combes, geboren 26. December 1801, trat 1818 in die Polytechnische Schule in Paris, 1820 in die Bergbauschule und widmete sich dann der praktischen Mechanik. Nachdem er eine Zeit lang praktisch thätig gewesen, wurde er Professor für Bergbau in Paris und 1857 Director der Bergbauschule an Dufrénoy's Stelle. Schon seit 1847 war er an Gambey's Platz Mitglied der Akademie. Außer zahlreichen Arbeiten in Liouville's Journal de Mathématiques pures et appliquées ist besonders sein Traité de l'exploitation des mines (1867) zu erwähnen. Combes starb 11 Januar.

Louis Companyo, geboren 16. September 1781 in Ceret, Dep. Pyrénées-Orientales, machte den Halbinselkrieg bei der spanischen Armee als Arzt mit und ließ sich nach dem Frieden in Roussillon als Arzt nieder. Daneben war er Conservator des botanischen Gartens und Director des Museums für Naturgeschichte in Perpignan, das er dreißig Jahre lang durch seinen Sammeleifer bereicherte. C. hat viele mineralogische, botanische und zoologische Arbeiten, hauptsächlich über die Ostpyrennäen, darunter auch eine dreibändige Histoire naturelle du département des Pyrénées-Orientales (1864) veröffentlicht. Er starb 10. September in Perpignan.

Charles Eugène Delaunay, der Director der Pariser Sternwarte, fand seinen Tod in den Wellen, als er am 5. August im Hafen von Cherbourg bei hereinbrechendem Sturme eine Bootfahrt unternahm. Er war 9. April 1816 zu Lusigny im Departe-der Aube geboren, trat 1834 in die Pariser Polytechnische Schule, die er nach zwei Jahren wieder verließ, um sich dem Bergbau zu widmen; 1839 war er Repetent an der Polytechnischen Schule, 1853 Professor der Mechanik, 1855 trat er an Mauvais' Stelle in die Akademie der Wissenschaften, 1870 wurde er nach Leverrier's Entfernung von der Direction der Pariser Sternwarte dessen Nachfolger und seit 1871 bekleidete er in der Polytechnischen Schule den Lehrstuhl der Astronomie und Geodäsie. D. hat zahlreiche Arbeiten in der Connaissance des Temps, im Journal de l'Ecole polytechnique, im Annuaire du bureau des longitudes, ferner die classischen Lehrbücher: Cours élémentaire de mécanique, C. élém. d'astronomie und Traité de mécanique rationelle veröffentlicht; seine Hauptleistung aber ist das große Werk über die Mondbewegung, von dem der erste Band 1860, der zweite 1867 erschien. Auch als Director der Sternwarte hat D. segensreich gewirkt und manche wichtige Reformen angebahnt, namentlich im Sinne der Decentralisation der astronomischen Arbeiten in Frankreich gewirkt und den meteorologischen Studien einen neuen Aufschwung gegeben.

Paul Camille von Denis, geboren 26. Juni 1796 in Mainz, 1814 und 1815 am Pariser Polytechnikum zum Ingenieur ausgebildet, von 1817 bis 1832 in Kaiserslautern und Zweibrücken in

Staatsdienst, dann ein Paar Jahr auf Reisen in Belgien, Frankreich, England und den Vereinigten Staaten, später in Bayern Techniker der Donau-Main-Kanalcommission, 1837—40 mit Ausführung der nach seinen Plänen gebauten Eisenbahnlinien München-Augsburg und der Taunusbahn beschäftigt, 1841 Kreisbaurath in Speier und einige Zeit Vorsitzender der für Projectirung und Ausführung der bayerischen Staatsbahnen eingesetzten Commission, 1856—1866 Director der bayerischen Ostbahnen, als welcher er den Bau der Strecken Nürnberg-Amberg-Regensburg und an die böhmische Grenze bei Fürth, sowie Regensburg-Passau und Regensburg-München leitete, seit 1866 in Ruhestand, starb 2. September in Dürkheim in der Pfalz.

Jean Marie Constant Duhamel, berühmter französischer Mathematiker, geboren 5. Februar 1797 zu St. Malo, starb 29. April in Paris. Nach Absolvirung des Lyceums trat D. in die Polytechnische Schule in Paris ein, aus welcher er aber mit Savary, Lamé, Chasles u. a. im Jahre 1816 in Folge politischer Demonstrationen ausgeschlossen wurde. Später gründete er in Paris eine Unterrichtsanstalt und wurde Studiendirector am Collége Saint-Barbe. Inzwischen erschienen mehrere mathematische Arbeiten von ihm, die ihn mit Ampère und anderen Gelehrten in Verbindung brachten. Insbesondere verfolgte er auf dem Wege der Analysis die akustischen Erscheinungen, die damals Savart experimentell studirte. In Folge dieser Arbeiten öffneten sich ihm 1840 die Pforten der Akademie und es wurde ihm der Lehrstuhl der Analysis an der Polytechnischen und Normalschule, wie an der Sorbonne anvertraut.

Wilhelm Friedrich Eisenlohr, geboren 1. Januar 1799, starb 9. Juli zu Karlsruhe. Er studirte von 1817 an in Heidelberg Mathematik und Physik, nachdem er vorher als Schreiber sich die nöthigen Geldmittel erworben, wurde 1819 Lehrer der Mathematik und Physik am Lyceum zu Mannheim und 1840—1865 Professor der Physik am Polytechnicum in Karlsruhe. Seine physikalischen Arbeiten sind in Poggend. Ann. abgedruckt, außerdem ist er durch sein weitverbreitetes Lehrbuch der Physik (erste Aufl. 1836, zehnte 1870) bekannt. Große Verdienste hat er sich um das Gewerbschulwesen Badens erworben durch Gründung von Gewerbschulen (in Mannheim u. a. O., 1848 Uhrmacherschule im Schwarzwalde); auch seine populären Vorträge in Mannheim und Karlsruhe haben in weiten Kreisen anregend gewirkt.

Theophil Engelbach, geboren 1823 in Mainz, Professor der Chemie seit 1863 in Gießen, seit 1869 in Bonn, starb daselbst 1. April.

Arnold Escher von der Linth, bedeutender Geolog, geboren 8. Juni 1807 in Zürich, starb daselbst 12. Juli. Seine geologischen und kartographischen Arbeiten beziehen sich zum großen Theile auf die Schweiz; in weiteren Kreisen ist er durch die 1864 mit Desor unternommene Reise in die algerische Sahara bekannt geworden.

Joseph Gillot, englischer Stahlfederfabrikant, der zuerst Ma-

schinen in diesen Fabrikationszweig einführte, starb 5. Januar in Crobasten.

Joh. Aug. Grunert, geboren 7. Februar 1797 in Halle, 1821 Lehrer der Mathematik und Physik am Gymnasium in Torgau, daneben Lehrer an der Kriegsschule der sechsten Division, 1827 zum Professor ernannt, 1828 Lehrer am Gymnasium in Brandenburg, seit 1833 Professor der Mathematik in Greifswald, daneben seit 1838 auch mit dem mathematischen Unterrichte an der Akademie zu Eldena betraut, starb 7. Juni. Der vielseitigen Thätigkeit Grunerts verdanken viele seiner, zum Theil sehr verbreiteten, Lehrbücher ihre Entstehung; weiter sind zu nennen seine „Sphäroidische Trigonometrie“, seine „Loxodromische Trigonometrie“ (1849, ins Französ. übers. von Terquem), seine „Beiträge zur meteorologischen Optik“, die „Optischen Untersuchungen“ u. a. Auch führte er Kügels mathematisches Wörterbuch zu Ende und vervollständigte es durch Supplemente. Ein weiteres Verdienst um Hebung des mathematischen Unterrichts erwarb er sich durch das von ihm gegründete „Archiv für Mathematik und Physik“ (54 Bde. 1841—1872).

Joh. Friedrich Christian Hessel, geb. 27. April 1796 in Nürnberg, 1821 in Marburg außerordentlicher, seit 1825 ordentlicher Professor der Mineralogie und Technologie, hauptsächlich auf krystallographischem Gebiete thätig, starb 3. Juni in Marburg.

Frederik Kaiser, der verdienstvolle Director der Sternwarte in Leiden, starb 18. Juli. Im Jahre 1808, 10. Juni, in Amsterdam geboren, wurde K. nach dem frühen Tode seines Vaters von seinem Ohm K. F. Kaiser, einem Freunde der Astronomie, erzogen. 1826 wurde er als Observator an der damals unter Leitung des Physikers Uylenbroek stehenden Leidener Sternwarte angestellt, deren Direction ihm 1837 übertragen wurde. Seit dieser Zeit ist er unausgesetzt thätig gewesen, theils durch seine wissenschaftlichen Arbeiten, theils durch seine Vorträge an der Universität Leiden, theils durch populäre Schriften, das Studium der Astronomie in den Niederlanden zu fördern. Durch seine Bemühungen kam auch der Bau einer neuen Sternwarte zu Stande, welche im Juni 1860 vollendet wurde. Von Kaiser's wissenschaftlichen Arbeiten legen außer zerstreuten Aufsätzen in den Astron. Nachr. zwei Bände Annalen der Leidener Sternwarte Zeugniß ab. In weiteren Kreisen ist er bekannt durch sein Werk De Sterrenhemel verklaard, das als eine Zierde der holländischen Literatur gilt.

Theodor Kaufmann, geboren 1823, bekannter akustischer Künstler, starb am 5. Februar in Dresden. K. stammte aus einer durch akustische Erfindungsgabe bekannten Familie. Sein Großvater Joh. Gottfried K. (1752—1818) wie sein Vater Friedrich K. (1782—1866) haben eine Menge musikalischer, namentlich automatischer Instrumente erfunden. In gleicher Weise war Theodor K. thätig und seine Leistungen waren über die Grenzen Europas hinaus hochgeschätzt. Zu seinen bedeutendsten Leistungen gehören das 1851 vollendete große Orchestrion und das Salonorchestrion, welches auch auf der Londoner Weltausstellung großes Aufsehen erregte.

Johann Gottlieb Kutzner, geboren 27. Februar 1822 in Pohlschildern bei Liegnitz, ein mehrfach auf dem Gebiete der Naturwissenschaften thätiger Schriftsteller, starb 5. Januar zu Hirschberg, wo er seit 1848 an der evangelischen Bürgerschule wirkte.

Paul Auguste Ernest Laugier, französischer Astronom, geboren 1812, seit 1833 an der Pariser Sternwarte, seit 1843 an Savary's Stelle am Bureau des Longitudes beschäftigt und hier seit 1861 namentlich bei der Herausgabe der Connaissance des temps lebhaft betheiligt, Mitglied der Akademie, starb in Paris 5. April, kurz nach seinem Bruder, dem Mediciner Stanislas L. (gestorben 16. Febr.)

Henri Le Hon, belgischer Paläontolog, starb 31. Januar zu San Remo.

Anton Lohage, der Erfinder des Puddelstahles, starb am 24. April in Unna.

J. K. Lord, Director des Aquariums zu Brighton, starb 9. December.

Hugo von Mohl, geboren 8. April 1805 zu Stuttgart, seit 1835 Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in Tübingen, starb daselbst am 1. April. Mohl's Arbeiten verbreiten sich hauptsächlich über das Gebiet der Pflanzenphysiologie; seit 1843 gab er auch mit Schlechtendal die „Botanische Zeitung" heraus.

Johann Heinrich August Mohn, bedeutender Eisenbahntechniker, geb. 23. September 1800 in Halle, von 1817 an beim Chaussee- und Wasserbau in Preußen thätig, 1837—39 mit Erbauung der ersten Strecke der Leipzig-Dresdener Eisenbahn von Dresden bis zum Niederauer Tunnel beschäftigt, nach mehrjähriger Thätigkeit im Dessauischen seit 1843 Mitglied der hannöver'schen Eisenbahndirection und in dieser Stellung um den Ausbau des hannöver'schen Eisenbahnnetzes vielfach verdient, seit 1867 im Ruhestand, starb 27. Mai in Hannover.

August Moormann, Assistent Scherzl's an der ungarischen Centralsternwarte in Ofen, starb am 25. October im 35. Lebensjahre.

Samuel Finley Breese Morse, der Erfinder des nach ihm benannten Telegraphensystems, starb 2. April in Newyork in vollendetem 81. Lebensjahre an den Folgen eines Schlaganfalles. M. wurde am 27. April 1791 zu Charlestown, Massachusetts, als ältester Sohn eines Geistlichen Jedediah M. geboren, der sich nicht blos als tapferer theologischer Streiter auszeichnete, sondern auch als Vater der amerikanischen Geographie gilt, weil er zuerst in dieser Disciplin in den Vereinigten Staaten wissenschaftlich thätig war und mehrere lange Zeit in den amerikanischen Schulen gebrauchte geographische Lehrbücher schrieb. Der junge M. besuchte das Yale College in New Haven, Connecticut, wo er 1810 promovirte. Er widmete sich dann der Malerei und ging im Jahre 1811 mit Washington Allston nach England, um dort unter des letztern und Benjamin West's Leitung sich weiter auszubilden. Indessen beschäftigte er sich nicht nur mit Malerei, sondern auch mit Bildhauerei und erhielt 1813 von der Adelphi Society of Arts eine goldene Medaille für das Modell

eines sterbenden Hercules. Im Jahre 1815 in die Heimath zurückgekehrt, sah er sich längere Zeit in seinen Erwartungen getäuscht und mußte hauptsächlich vom Portraitmalen leben. Er hielt sich damals bald in Boston, bald in verschiedenen Städten im Süden und Norden der Union auf. Im Jahre 1824 gründete er in New York einen Künstlerverein, aus welchem 1826 die National Academy of Design hervorging, deren erster Präsident M. wurde. Im Auftrage dieser Akademie ging er 1829 wieder nach Europa, um die verschiedenen Maler- und Zeichenschulen in England, Frankreich und Italien kennen zu lernen und sich mit den Künstlern in Verkehr zu setzen. Im Herbste des Jahres 1832 kehrte er nach New York zurück, wo ihm inzwischen eine Professur der Kunstgeschichte übertragen worden war.

Auf dieser Reise von Havre nach New York ist M., eigner Angabe nach, zuerst auf die Idee des elektrischen Telegraphen gekommen. Ein Reisegefährte, Dr. Jackson, brachte das Gespräch auf kürzlich in Paris angestellte Versuche über Elektromagnetismus und Magneto-Elektricität, sowie über Fortleitung des elektrischen Stromes auf größere Entfernungen. M., der schon früher sich gern mit Chemie und verwandten Wissenschaften beschäftigt hatte, erkannte, welcher Nutzen der Telegraphie aus der Anwendung des elektrischen Stromes erwachsen könnte. Er verfolgte diesen Gedanken weiter und ehe er noch an der Küste der Heimath landete, hatte er schon in seinem Skizzenbuche den Plan und die Zeichnungen zu einem Drucktelegraphen entworfen und sich ein aus Punkten und Lücken bestehendes System von Schriftzeichen gebildet. In New York beschäftigte ihn diese Idee neben seiner künstlerischen Thätigkeit weiter und im Jahre 1835 hatte er seinen ersten Apparat fertig, der im nächsten Jahre öffentlich ausgestellt und in Thätigkeit gesetzt wurde. Man konnte indessen mit diesem Telegraphen nur nach der einen Richtung Depeschen schicken. Erst im Juli 1837 war ein neuer Apparat fertig, mit dessen Hilfe man von jedem der beiden Enden der Linie telegraphiren konnte; im September desselben Jahres wurde er in der Universität von New York öffentlich vorgezeigt. Aber wiewohl die Ausführbarkeit der ganzen Idee auf diese Weise vollständig erwiesen war, so hatte doch Morse's Gesuch um Unterstützung zur Anlage eines Telegraphen zwischen Washington und Baltimore beim Congresse keinen Erfolg und erst in der letzten Sitzung der Session 1842—1843, spät in der Nacht vom 2. zum 3. März, wurden ihm 30,000 Dollar bewilligt. Am 27. Mai 1844 wurde die erste Depesche auf der Linie Washington-Baltimore befördert.

Der damalige Apparat war freilich noch weit entfernt von der Bequemlichkeit, die nachmals dem Morse'schen Telegraphen eine so weite Verbreitung verschafft hat. Der Elektromagnet hatte ein Gewicht von 158 Pfund und es waren zwei Menschen nöthig, ihn mit seinem Gestell von der Stelle zu bewegen. Indessen wurde dieser Riesenapparat nach kurzer Zeit durch einen kleineren von Prof. Page angegebenen ersetzt, der so lange in Gebrauch blieb, bis ein von M. auf einer dritten Reise nach Europa in Frankreich angekaufter Ap-

parat an seine Stelle trat. Die weitere Vervollkommnung hat dann der Morse'sche Telegraph hauptsächlich in Europa gefunden.

Wenn auch die Mitwelt häufig gegen die Erfinder undankbar ist, gegen M. ist sie es nicht gewesen. Von den Souveränen der verschiedensten Länder wurde er mit Auszeichnungen geehrt, selbst der Sultan schickte ihm den Nischam Ifichar mit Diamanten, die meisten wissenschaftlichen Akademien ernannten ihn zu ihrem Ehrenmitgliede und 1857 votirten ihm die Repräsentanten von zehn Staaten in Paris eine Dotation von 400,000 Franken. Im Juni 1871 wohnte er noch der Enthüllung der Bronzestatue bei, die ihm im Centralpark von New York gesetzt worden war.

Ernst Nizze, geboren 1788 in Ribnitz im Mecklenburgischen, starb 10. Februar in Stralsund. Nach vollendeten Studien war er 1811 am Berliner Friedrich-Wilhelms-Gymnasium und in den folgenden Jahren als Conrector am Gymnasium in Prenzlow thätig, machte unter Lützow den Feldzug nach Frankreich mit, um nach dem Frieden wieder in seine Lehrthätigkeit einzutreten, wurde hierauf 1821 Conrector und 1832—1865 Director des Gymnasiums in Stralsund. Um die mathematischen Studien hat sich N. durch Uebersetzung mehrerer alter Mathematiker verdient gemacht.

Andreas S. Oersted, Neffe des berühmten Naturforschers Hans Christian O., Professor der Botanik in Kopenhagen, geboren 1815, starb im September.

Martin Ohm, geboren 1792 in Erlangen, 1811 Privatdocent in Erlangen, 1817 Oberlehrer der Mathematik am Gymnasium in Thorn, 1821 Privatdocent, 1824 außerordentlicher und seit 1839 ordentlicher Professor der Mathematik an der Universität Berlin, daneben auch an der Bauakademie, an der Artillerie- und Ingenieurschule und an der allgemeinen Kriegsschule thätig, starb in Berlin 1. April. Ohm hat seiner Zeit durch seine Schriften und durch Heranbildung zahlreicher Schüler sehr wohlthätig auf die weitere Verbreitung mathematischer Kenntnisse gewirkt, wenn auch seine Ansichten vielfach veraltet sind.

Robert Patterson, englischer Zoolog, starb den 14. Februar in Belfast.

Hans Heinrich Ulrich Vitalis Pfaff, geboren 29. April 1825 in Erlangen als Sohn des Mathematikers Joh. Wilh. Andreas P. (gest. 1835), 1848—51 Rector der Gewerbeschule zu Nördlingen, dann Lehrer für Mathematik und Physik an der Gewerbschule und Privatdocent an der Universität zu Erlangen, zuletzt Professor daselbst, starb 20. Mai. Außer verschiedenen Programmabhandlungen über neuere Geometrie hat er auch ein Lehrbuch dieser Disciplin, sowie Lehrbücher für Trigonometrie (1859) und Physik (1860) geschrieben.

François Jules Pictet, berühmter schweizer Naturforscher, früher mit Entomologie, in den letzten zwanzig Jahren hauptsächlich mit Paläontologie beschäftigt, starb 15. März in Genf.

Giovanni Pirovano, um das lombardische Canalsystem verdienter Ingenieur, General-Inspector des lombardischen Civil

ingenieurwesens, geboren 4. November 1806, starb 3. November in Mailand.

Félix Archimède Pouchet, geboren 26. August 1806 in Rouen, bedeutender Zoolog und Anatom, auch als Schriftsteller über die Geschichte der Naturwissenschaften im Mittelalter bekannt, seit ungefähr vierzig Jahren Professor am Muséum d'histoire naturelle in Rouen, starb daselbst 6. December.

Preisinger, Benedictiner-Pater im Kloster St. Stephan in Augsburg und Director der dortigen Sternwarte, starb am 20. December.

William John Macquorn Rankine, durch seine wissenschaftlichen Arbeiten bekannter Ingenieur, starb 24. December in Glasgow. Er wurde in Edinburg am 5. Juli 1820 geboren, studirte in Edinburg, war dann einige Jahre in Irland unter Sir John Macneil thätig, um sich praktisch als Ingenieur auszubilden und ließ sich nach mehrjährigen Arbeiten an den schottischen Eisenbahnen ums Jahr 1850 in Verbindung mit John Thomson als Civilingenieur in Glasgow nieder. Im Jahre 1855 wurde er Nachfolger von L. Gordon als Professor der Ingenieurwissenschaften und der Mechanik an der Universität Glasgow, welches Amt er bis an seinen Tod bekleidete. Die bedeutendsten Arbeiten Rankine's gehören dem Gebiete der mechanischen Wärmelehre an; doch galt er auch im Schiffsbau als Autorität.

Karl Sartorius, deutscher Naturforscher, starb im März auf seiner Pflanzung in der Nähe von Veracruz.

François Clement Sauvage, geboren 4. April 1814 in Sedan, nach seinem Austritt aus der Polytechnischen Schule von Paris erst Ingenieur in Mézières, 1838 und 1842 in Spanien mit Untersuchung der Kohlenbecken Asturiens und der erzführenden Schichten von Carthagena, 1845 in Griechenland mit bergmännischen Untersuchungen beschäftigt, seit 1846 als Ingenieur bei der französischen Ostbahn, von 1861 an Director derselben, starb im November in Paris, wo er an den Sitzungen der Nationalversammlung theilnahm.

Archibald Smith, bedeutender englischer Jurist, welcher sich aber auch durch seine naturwissenschaftlichen Arbeiten große Verdienste erworben hat, starb am 25. December in London. Geboren in Glasgow am 10. August 1813, bewarb er sich nach Vollendung seiner Studien in Glasgow und Cambridge um den Lehrstuhl der Astronomie in ersterer Stadt; abgewiesen wandte er sich der advokatorischen Praxis zu, seine Mußestunden mathematischen und naturwissenschaftlichen Studien widmend. Von der Regierung wurde er mit der Ausführung magnetischer Untersuchungen in den antarktischen Regionen beauftragt und im Zusammenhange mit dieser Arbeit veröffentlichte er 1862 sein Admiralty Manual for the Deviation of the Compass, welches wiederholt neu aufgelegt und in verschiedene Sprachen übersetzt wurde. In Anerkennung seiner der Seefahrt geleisteten Dienste machte ihm die englische Regierung ein Geschenk von 2000 Pfd. St.

Sir Andrew Smith, geboren 1797 in Roxburgshire, 1821—1838 in der Capcolonie, 1851—58 Generaldirector des medicinischen Departements der britischen Armee, starb 11. August in Brompton. Eine Frucht seiner Studien am Cap sind die Illustrations of the zoology of South Africa.

Mary Somerville, eine mathematisch und naturwissenschaftlich hochgebildete Frau, starb 29. November in Neapel. Sie wurde 26. December 1780 im Pfarrhause zu Jedburgh, Roxburgshire, geboren, wo ihre Mutter bei ihrem Vater, dem Pfarrer Thomas Somerville zu Besuch war. Ihr Vater war der englische Vice-Admiral Sir William Fairfax. Mary Fairfax verheirathete sich zuerst mit dem Capitain Greig und nach dessen Tode mit des erwähnten Pfarrers Sohn Dr. William Sommerville, der Oberarzt in Chelsea war. Seit 1838 lebten die Gatten auf Reisen, meist in Italien; 1860 starb Dr. Sommerville in Mailand und seine Wittwe lebte nun mit ihren beiden überlebenden Töchtern in verschiedenen Orten Italiens, seit 1867 in Neapel und Umgegend. Mary S. hatte schon durch Lectüre in der Bibliothek ihres Vaters Geschmack an ernsten mathematischen Studien gewonnen, doch trat sie anfangs nicht mit ihren Arbeiten an die Oeffentlichkeit. 1811 erhielt sie in Edinburg eine Preismedaille für die Lösung verschiedener mathematischer Probleme und 1826 präsentirte sie der Royal Society eine Arbeit über die magnetisirende Kraft der Sonnenstrahlen, eine Controle der Arbeiten von Morichini und Bérard. Auf Lord Brougham's Anregung veröffentlichte sie dann 1832 ihr Werk Mechanism of the Heavens, eine freie Bearbeitung von Laplace's Mécanique céleste; 1834 erschien die Schrift On the connection of the physical sciences, 1835 ihre weit verbreitete Physical geography, endlich 1869 noch die Schrift On the molecular and microscopic science. Seit 1835 war Mary S. Mitglied der Royal Society, 1869 erhielt sie die Victoria-Medaille der Geographischen Gesellschaft in London; auch wurde ihr unter Peel eine Pension von jährlich 300 Pfd. Sterl. gewährt.

William Stimpson, besonders durch seine Forschungen über wirbellose Thiere berühmter Zoolog, starb 26. Mai in Baltimore. Im Jahre 1851 veröffentlichte er ein Werk über die Muscheln Neuenglands, 1853 eines über die wirbellosen Seethiere der Fundybai, dann begleitete er als Zoolog die Nordpacifische Expedition unter Capitän Ringgold, später Capitän Rodgers, worauf er mehrere Jahre zur Bearbeitung seiner Sammlungen in Chicago verweilte. 1865 wurde er Sekretär der Akademie der Wissenschaften von Chicago, später machte er mehrere Besuche in Florida und brachte den Winter 1871—72 mit zoologischen Untersuchungen im Golf von Mexico zu, bis Krankheit seine Thätigkeit unterbrach. Durch den Brand von Chicago wurde er eines großen Theiles seiner Sammlungen und Manuscripte beraubt.

William Henry Sykes, britischer Oberst, geboren 1790, seit 1804 lange Zeit in Indien thätig, seit 1840 Mitglied des Vorstandes und 1857 Vorsitzender der Ostindischen Compagnie, durch meh-

rere zoologische, geologische und meteorologische Arbeiten über Indien bekannt, starb 16. Juni in London.

Alfred Waddington, der Urheber des Projectes einer Eisenbahn von Canada nach dem Großen Ocean, der deshalb fünf Jahre auf die Erforschung der Felsengebirge in Britisch Columbien verwendete, geboren 1800, starb 26. Februar in Ottawa, Canada.

Eberhard Friedrich Walcker, berühmter Orgelbauer, von dem die große Orgel im Ulmer Münster und verschiedene Werke in Frankfurt, Petersburg, Moskau und einigen amerikanischen Städten herrühren, starb 4. October in Ludwigsburg, Würtemberg.

Johann Wilhelm Wedding, ein um den Aufschwung des preußischen Gewerbswesens hochverdienter Beamter, geboren 2. August 1792 zu Stahlhammer in Oberschlesien, starb 6. Februar in Berlin. Nach vollendetem Gymnasialcurs in Breslau machte W. als freiwilliger Jäger den Feldzug gegen Frankreich mit, studirte in Breslau Philologie und Philosophie und hierauf in Berlin Mathematik und Rechtswissenschaft, woneben er auch die Bauschule besuchte. Nachdem er 1823 Decernent im Baufache bei der Regierung in Breslau, dann Bauconducteur in Berlin gewesen, machte er eine zweijährige Reise durch Holland und England, wo er als einfacher Maschinenarbeiter in ein Etablissement in Southwark eintrat. Zurückgekehrt wurde er 1827—1846 Lehrer der Maschinenlehre am Berliner Gewerbe-Institute, trat 1828 in die technische Deputation für Gewerbe ein und entwarf in dieser Stellung eine Menge Pläne für Spinner ien, Mühlen und Eisenwerke. Seit 1835 beschäftigte er sich mit Versuchen zur Ermittelung eines Verfahrens zur zweckmäßigen Anwendung von Stahldruck bei Anfertigung von Kassenscheinen und erzielte bedeutende Fortschritte auf diesem Gebiete. Im Jahre 1854 wurde der Bau der Staats-Druckerei in Berlin vollendet, welche ursprünglich hauptsächlich zur Herstellung von Banknoten bestimmt war. Diesem umfangreichen Etablissement hat Wedding bis zu seinem Tode vorgestanden.

Friedrich Welwitsch, bekannter Botaniker, geboren 1806 zu Maria-Saal in Kärnthen, starb 20. October in London. Er studirte in den dreißiger Jahren unter Jacquin, Host und Trattinich in Wien Botanik und widmete sich dann als der Erste dem Studium der österreichischen Kryptogamen. Seine Aufzählung der kryptogamischen Gefäßpflanzen, Characeen und Moose Niederösterreichs in den „Beiträgen zur Niederösterreich. Landeskunde" (1834) und seine „Uebersicht der Gallerttange Niederösterreichs" (1842) sind mehrere Jahrzehnte lang die Hauptwerke auf diesem Gebiete geblieben. Später, als Professor der Botanik in Lissabon, unternahm er wiederholt Reisen nach der südwestlichen Küste Afrikas. Dort fand er auch 1860 in der Nähe des Cap Negro auf der steinigen, vegetationslosen Küste zwischen dem 14 und 2[illegible] Breitegrade den merkwürdigen, von den Eingebornen N'tumbo, von Hooker Welwitschia mirabilis genannten, einem niedrigen Tische ähnelnden Zwergbaum, der bei einem Stammesdurchmesser von oft 4 Fuß sich niemals mehr als 2 Fuß über den Boden erhebt und nur zwei einander gegenüber am Boden